

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Приладобудівний факультет

Кафедра приладобудування

«На правах рукопису»

УДК 681.2.084

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

Гераїмчук М.Д.
(підпис)

“ ” 20__ р.

Магістерська дисертація

зі спеціальності

152 Метрологія та інформаційно-
вимірювальна техніка

на тему: Платформні автомобільні ваги.

Виконав (-ла): студент (-ка) 2 курсу, групи ПІ-81мп
(шифр групи)

Романчук Дмитро Олександрович
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Науковий керівник к.т.н., доц. Литвененко Павло Леонідович
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Консультант Розробка стартап-проекту доцент, д. е. н. Бояринова К.О
(назва розділу) (науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській
дисертації немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних
посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2019 року

Магістерська дисертація

на тему: Платформні автомобільні ваги

Київ – 2019 року

Національний технічний університет України

**«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Приладобудівний факультет

Кафедра приладобудування

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність 152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

_____ (підпис) _____ (ініціали, прізвище)

«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

Романчуку Дмитру Олександровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації Платформні автомобільні ваги

науковий керівник магістерської дисертації Литвененко Павло
Леонідович к.т.н., доц.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «__» _____ 20__ р. № _____

2. Строк подання студентом дисертації 16 грудня 2019

3. Перелік завдань, які потрібно розробити Обґрунтування необхідності проектування на основі критичного огляду аналогів. Розробка принципів схем автомобільних ваг. Розрахунок основних характеристик датчика ваги та ваг в цілому. Аналіз точності ваг. Розділ стартап-проекту.

4. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу Складальне креслення автомобільних ваг – 1 арк. ф. А1. Складальне креслення тензорезисторного датчика ваг – 1 арк. ф. А1. Робочі кресленики деталей – 2 арк. ф. А1. Лист принципів схем та графічних залежностей – 2 арк.

ф. А1. Презентаційний аркуш – 1 арк. ф. А1. Матеріали аналітичного огляду – 1 арк. ф. А1.

5. Орієнтовний перелік публікацій Розрахунок площі поперечного перерізу пружного елемента.

6. Консультант розділу дисертації

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|---------------------------------|---|----------------|------------------|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| <i>Розробка стартап-проекту</i> | <i>Бояринова К. О. д. е. н., доцент</i> | | |
| | | | |

7. Дата видачі завдання 2 листопада 2019.

Календарний план

| № з/п | Назва етапів виконання магістерської дисертації | Строк виконання етапів дисертації | Примітка |
|-------|--|-----------------------------------|----------|
| 1 | Ознайомлення з завданням | 17.10.2019 | |
| 2 | Проведення аналітичного огляду матеріалів | 24.10.2019 – 28.10.2019 | |
| 3 | Розробка принципових схем | 28.10.2019 – 5.11. 2019 | |
| 4 | Розрахунок основних характеристик датчика ваги та ваг в цілому | 5.11.2019 – 19.11.2019 | |
| 5 | Проведення аналізу точності вимірювання | 19.11.2019 - 21.11.2019 | |
| 6 | Розробка стартап-проекту | 21.11.2019 - 26.11.2019 | |
| 7 | Оформлення текстової та графічної частини | 26.11.2019 – 3.12.2019 | |
| 8 | Представлення МД на перевірку науковому керівнику | 3.12.2019 – 14.12.2019 | |
| 9 | Передача матеріалів МД на перевірку виявлення збігів/схожості текстів сервісом Unichек | 14.12.2019 - 14.12.2019 | |
| 10 | Представити МД до екзанаційної комісії НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського» | 16.12.2019 | |

Студент

(підпис)

(ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації

(підпис) (ініціали, прізвище)

РЕФЕРАТ

о магістерської дисертації Романчука Дмитра Олександровича на тему:

«Платформні автомобільні ваги»

Магістерська дисертація присвячена реалізації автомобільних ваг, що пройшли ряд конструктивних модернізацій та покращень.

В магістерській роботі було сформульовано вимоги до даних модернізацій, а також до покращень чутливого елемента тензорезисторного перетворювача.

Було виконано аналіз та порівняння вже існуючих аналогів автомобільних ваг та вимірювальних перетворювачів в результаті чого було обрано прототип конструкції.

Для покращення конструктивних параметрів були виконані розрахунки деяких геометричних параметрів автомобільних ваг та вимірювального перетворювача.

Результат виконаних робіт зробив платформні автомобільні ваги більш універсальними у використанні, чутливішими та мають більш широкий діапазон вимірювань.

Загальний обсяг роботи – 85 сторінок, 45 рисунків, 28 таблиць "22 бібліографічних найменувань.

Ключові слова: автомобільні ваги, тензодатчик, тензорезистор, деформація, пружний елемент.

| | | | | | | | | |
|-----------|--------------|----------|--------|------|--|--|------|---------|
| | | | | | МД ПМ81мп.09.00.000 ПЗ | | | |
| Змн. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | Платформні автомобільні ваги Пояснювальна записка | Літ. | Арк. | Акрушів |
| Розроб. | Романчук Д.О | | | | | | 5 | 85 |
| Перевір. | Литвиненко | | | | | «КПІ ім. Ігоря Сікорського», ПБФ, ПМ-41 | | |
| Реценз. | | | | | | | | |
| Н. Контр. | | | | | | | | |
| Затверд. | | | | | | | | |

ABSTRACT

to the master's thesis of Romanchuk Dmitry Alexandrovich on the theme:
"Platform car scales"

Master's thesis is dedicated to the realization of automobile scales, having undergone a number of structural upgrades and improvements.

In the master's work the requirements for these upgrades, as well as the improvements of the sensitive element of the strain gauge converter were formulated.

The analysis and comparison of existing analogs of automobile scales and measuring transducers was carried out and the prototype was chosen.

In order to improve the design parameters, some geometric parameters of the car scales and the transducer were calculated.

The result of the work has made the platform car scales more versatile to use, more sensitive and have a wider range of measurements.

The total volume of work is 85 pages, 45 figures, 28 tables and 22 bibliographic titles.

Keywords: car scales, strain gauge, strain gauge, deformation, elastic element.

| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|------------------------|---|
| | | | | | МД П181мп.09.00.000 ПЗ | |
| | | | | | | |
| | | | | | | 6 |

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| Перелік термінів та скорочень..... | 9 |
| Вступ..... | 10 |
| 1 Огляд та аналіз існуючих автомобільних ваг | 11 |
| 1.1 Автомобільні ваги. Огляд аналогів в Україні та світі | 11 |
| 1.1.1 Типи автоваг..... | 11 |
| 1.1.2 Способи встановлення автомобільних ваг | 14 |
| 1.1.3 Вітчизняні виробники автоваг | 16 |
| 1.1.4 Закордонні виробники..... | 21 |
| 1.2 Огляд аналогів тензодатчиків для автомобільних ваг | 25 |
| 2. Проектування платформних автомобільних ваг..... | 30 |
| 2.1 Вимоги до проектування платформи автоваг. | 30 |
| 2.2 Вимоги до проектування тензодатчиків автоваг. | 31 |
| 2.3 Розробка конструкції автомобільних ваг. | 31 |
| 2.4 Розробка конструкції тензодатчика | 33 |
| 2.5 Розрахунок поперечних балок автомобільних ваг. | 35 |
| 2.6 Розрахунок пружного елемента..... | 40 |
| 2.7 Аналіз точності автомобільних ваг | 44 |
| 2.7.1 Характеристика класу точності | 44 |
| 2.7.2 Кореляція адитивних похибок..... | 45 |
| 2.7.3 Мультиплікативні похибки..... | 47 |
| 2.7.4 Основна похибка | 47 |
| 3 Моделювання пружного елемента тензодатчика | 49 |
| 3.1 Підготовка до моделювання..... | 49 |

| | |
|--|----|
| 3.2 Проведення моделювання | 51 |
| 3.3 Обробка результатів моделювання..... | 53 |
| 4 Розробка стартап-проекту..... | 59 |
| 4.1. Опис ідеї проекту | 59 |
| 4.2 Технологічний аудит ідеї проекту..... | 62 |
| 4.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту..... | 64 |
| 4.4 Розроблення ринкової стратегії проекту..... | 73 |
| 4.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту | 76 |
| Висновки..... | 83 |
| Перелік посилань | 84 |

Перелік термінів та скорочень

Деформація – зміна положення та переміщення атомів матеріалу, в результаті механічного напруження, що діє на них.

Закон Гука – твердження згідно якому деформація, що виникає в пружному елементі прямопропорційна прикладеній до цього елементу силі. При цьому цей закон застосовується при малих деформаціях, при великих деформаціях вихідний сигнал буде нелінійним.

Тензометричний датчик – датчик, що перетворює величину деформації в електричний сигнал.

Тензорезистор – такий резистор, що в залежності від деформації, змінює свій електричний опір.

Пружний елемент тензодатчика – елемент, що може мати різну геометричну форму, на який прикладається сила і являється об'єктом деформації.

Кореляція – статичний взаємозв'язок двох чи більше величин. При цьому зміни однієї або декількох з цих величин супроводжують систематичного зміни значень іншої або інших величин.

Дискретність – властивість, що протиставляється неперервності, тобто преривність.

ВП – вимірювальний перетворювач.

НГЗ – найменша границя зважування.

ТП – технологічний процес.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | МД ПМ81мп.09.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 9 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Вступ

Кількість великих підприємств, приватних компаній, митниць, навіть невеликих фірм, які потребують зважувати та вести облік ваги своєї продукції з кожним роком зростає. Тому доцільно розробити такі автомобільні ваги, що нададуть користувачеві максимум зручності, точності та універсальності.

Сьогодні майже всі виробники, як закордонні так і вітчизняні орієнтуються лише на деякі гілки експлуатації їхньої продукції та мають вузьке коло клієнтів.

Задачею магістерської дисертації буде розробка автомобільних ваг, які за рахунок конструктивних змін та модернізацій зроблять наші ваги максимально універсальними та розширить коло споживачів у порівнянні з конкурентами.

Такі розробки нададуть змогу експлуатації автоваг на різних за величиною обігу продукції підприємствах, заводах та компаніях, при різних діапазонах вимірювань та типах автомобілів.

Для реалізації цих ідей потрібно ретельно спланувати ряд конструктивних завдань, оптимізувати роботу вимірювальних ланок та розробити стратегію просування автомобільних ваг на ринок.

1 Огляд та аналіз існуючих автомобільних ваг

1.1 Автомобільні ваги. Огляд аналогів в Україні та світі

Для того щоб коректно та доцільно спроектувати автоваги треба розглянути всі існуючі аналоги та прототипи конструкцій різних виробників та зробити порівняння.

Орієнтуючись на метрологічні показники, тип конструкції та способи реалізації автомобільних ваг розглянемо як закордонних та і українських виробників.

1.1.1 Типи автоваг.

Найпоширенішим типом автомобільних ваг являються платформні автоваги. З їх допомогою можна зважувати автомобілі довжиною до 24 метрів та масою до 100 тон.

Платформні ваги найбільш популярні з усіх типів ваг, які застосовуються в галузях промисловості: хімічної, харчопереробної, військової, сільському господарстві, торгівлі, виробництві, складах і т.д. Також платформні ваги потрібні для організації роботи логістичних центрів і компанії, які відчують необхідність в обладнанні даного типу.

Ваги складають суцільну платформу, яка реалізована за допомогою ряду поздовжніх та поперечних балок та швеллерів, див.рис 1.1 .

Зазвичай такі ваги використовуються на великих підприємствах. Спосіб монтажу таких ваг може бути як врізні в дорожню поверхню так і естакадний.

Недоліками платформних автоваг є:

- Мають великі габарити та займають велику площу;
- Велика вага ;
- Проблемні в транспортуванні та монтажі;
- існують підвищені вимоги до конструкції фундаменту, датчикам.

[1,с. 10].

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | МД ПІ81мп.09.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 11 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

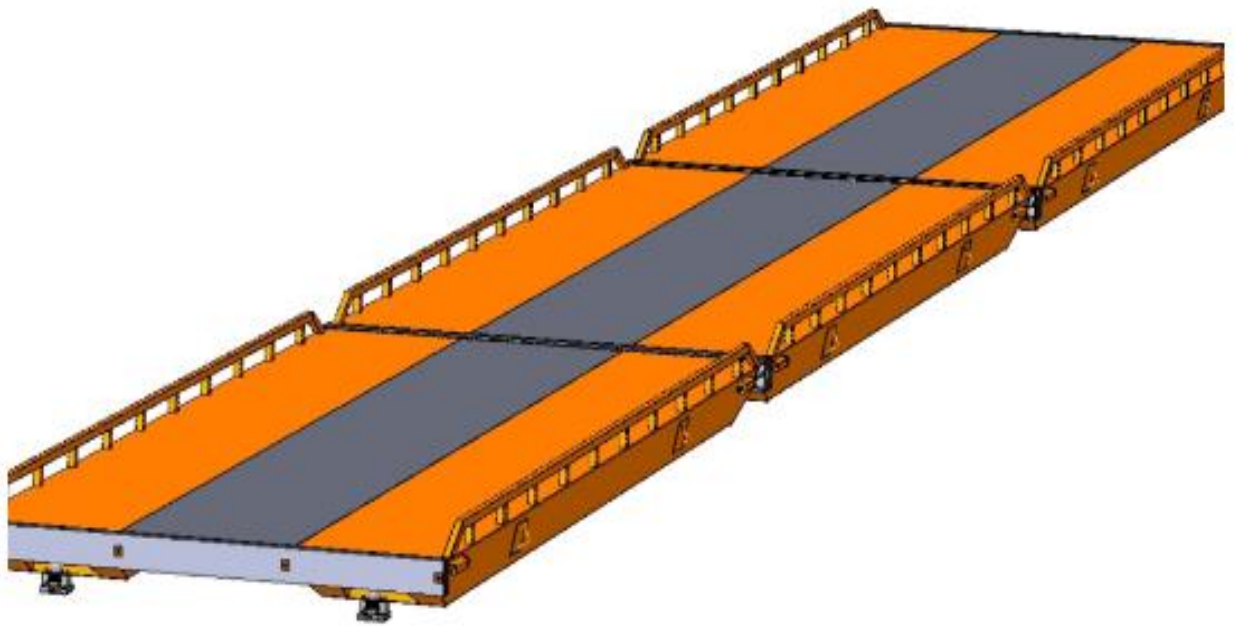


Рисунок 1.1- Платформні автомобільні ваги

Ще одним варіантом конструкції автоваг є колійні автомобільні ваги, які на відміну від платформних мають колії між якими є проміжок. див. рис. 2.1. Таке рішення робить ваги легшими та зручнішими, проте збільшується похибка вимірювань та зменщується діапазон вантожовмісткості.

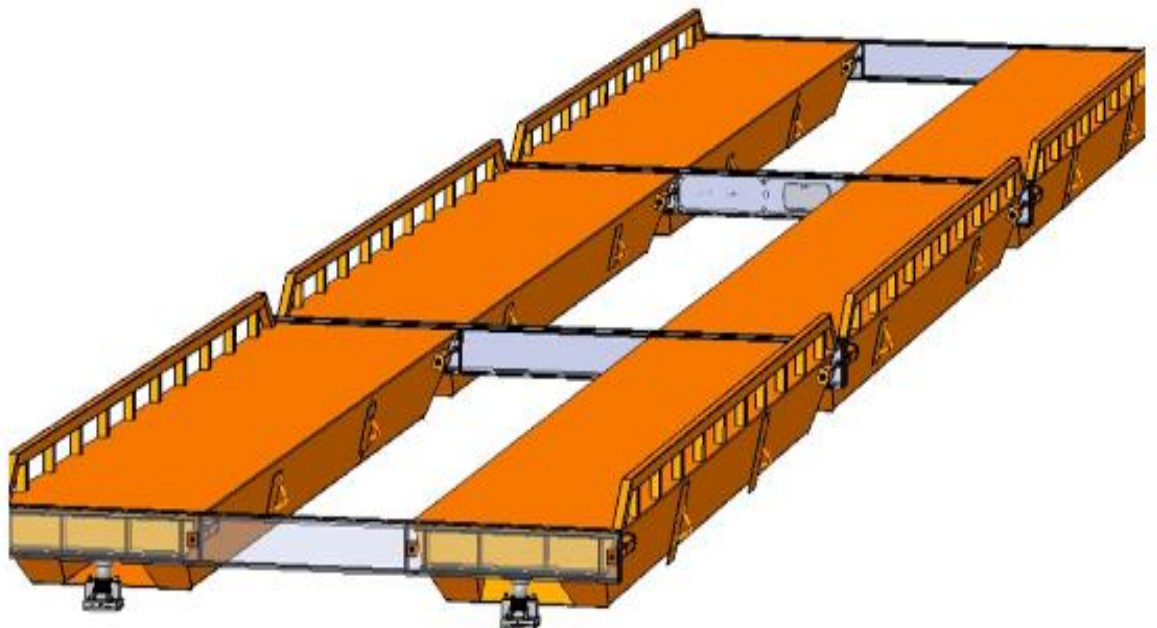


Рисунок 1.2 – Автомобільні ваги колійного типу

Зазвичай колійні автоваги завширшки 0,8-1,0 м та мають довжину всередньому 5,5-6,0 метрів, що дозволяє встановлювати їх без використання спеціальної техніки. Платформи можуть бути забезпечені обмежувальними бар'єрами для запобігання випадкового з'їзду автотранспорту з ваг. [1, с. 11].

В залежності від потрібного діапазону зважувань такі ваги можна сконструювати в різних габаритних варіантах.

Також існують ваги для поосного зважування, рис. 1.3. Основною ідеєю таких автомобільних ваг є розміщення вимірювальних ланок та зняття показань ваги для кожної осі окремо.



Рисунок 1.3 - Автомобільні ваги для поосного (помостового) зважування

Такі ваги можна монтувати урівень з горизонтом. Така ідея покращує зручність в експлуатації та зменшує похибку вимірювань. Проте вимагає більше ресурсів для монтажу.

Підкладні ваги для поосного (помостового) зважування використовуються при невисокому вантажопотоці. Зазвичай їх конструкція складається з 2-х платформ, 4-х пандусів та стійки з терміналом. Ваги встановлюють на рівну і тверду поверхню, наприклад на асфальт, щебінь, дорожні плити і т. д. [1, с. 12].

Ширина однієї колії зазвичай не перевищує одного метра, а максимальна границя зважування до 80 тон.

1.1.2 Способи встановлення автомобільних ваг

Майже для всі типів автомобільних ваг передбачено декілька способів їх монтажу та встановлення:

-Безфундаментні. Це найпростіший та найдешевший спосіб установки автомобільних ваг, оскільки для монтажу не потрібно попередньо підготовлювати фундамент та матеріал. Безфундаментальні ваги – це найпоширеніший спосіб мотажу. Схема безфундаментальних ваг зображенна на рисунку 1.4.

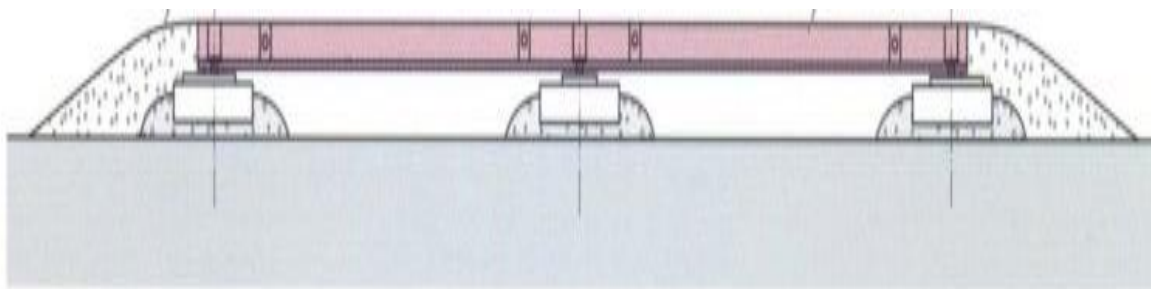


Рисунок 1.4 - Схема безфундаментних ваг

- Фундаментні. Більш складніший та дорожчий спосіб монтажу – підготовка фундаменту для автоваг. Такий спосіб є значно надійніший та вимагає більше зусиль, оскільки підготовка спеціального фундаменту для автомобільних ваг потребує додаткових зусиль та витрат. Схема безфундаментальних ваг зображена на рисунку 1.5.

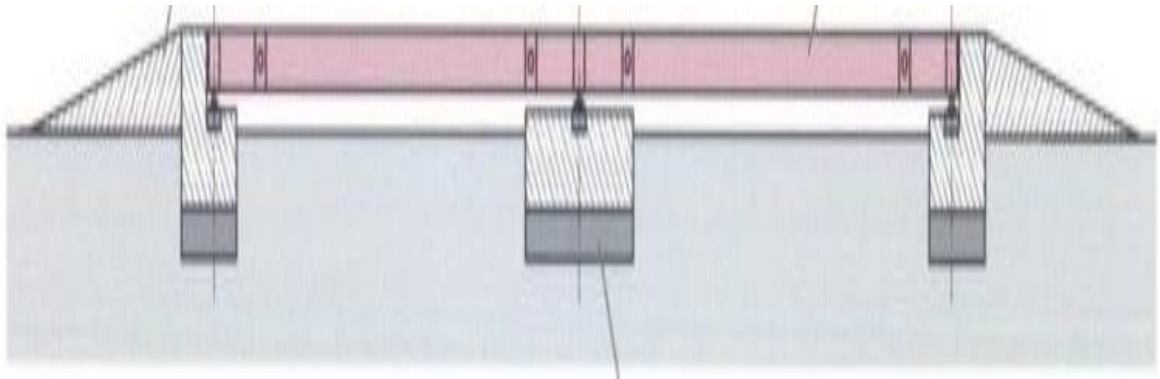


Рисунок 1.5 - Схема фундаментних ваг

- Врізні. Врізні ваги мантуються урівень з дорожнім горизонтом, значно спрощує їх експлуатацію, такі ваги займають менше місця, що в деяких випадках, грає велику роль, і дозволяє легко маневрувати при заїзді на ваги [3, с. 58]. Схема безфундаментальних ваг зображена на рисунку 1.6.

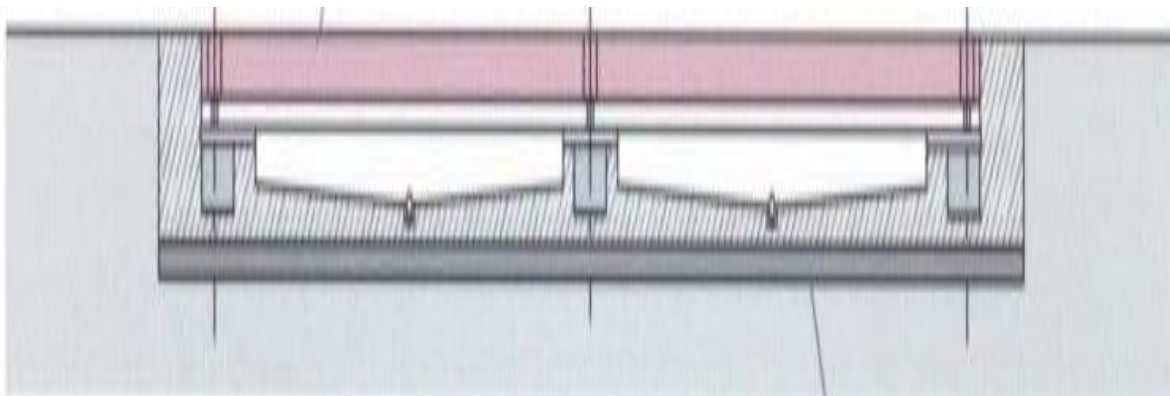


Рисунок 1.6 - Схема врізних ваг

1.1.3 Вітчизняні виробники автоваг

1) Веста МК (Харків).

ТОВ «Веста МК» - займається конструюванням, виробництвом та налагодженням автомобільних ваг різних типів. Надає послуги калібрування, ремонту та встановлення автомобільних ваг.

1. Акцент зроблений на постійний розвиток власного виробництва, технічної та технологічної бази, а не на пошук зварювальних цехів або підрядчиків, що надають послуги з виробництва металоконструкцій.

2. На підприємстві існують налагоджені комунікації між конструкторами і сервісною службою, тому зміни в конструкції ваг вносяться завчасно.

3. Основною перевагою перед конкурентами є замкнутий цикл виробництва ваг. Переваги компанії перед конкурентами

4. Багато видів технологічної оснастки проектується і виробляється самостійно. Випускаються власні програмні продукти, що дозволяють проводити своєчасний і більш повний контроль руху матеріальних цінностей через автомобільні ваги [4].

Метрологічні дані автоваг Аксіома для різних діапазонів зважування наведені в таблиці 1.1.

| | | | | | | |
|-----|------|-----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | МД ПМ81мп.09.00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум.№ | Підпис | Дата | | 16 |

Таблиця 1.1 - Метрологічні дані автоваг Аксіома для різних діапазонів зважування .

| Параметри та характеристики автомобільних ваг | Одиниця вимірювання | Модель та виконання | | |
|---|---------------------|---------------------|-------------------|--------------------|
| Модель ваг | | Аксіома ВАТ 60 | Аксіома ВАТ 80 | Аксіома ВАТ 100 |
| Найбільша границя зважування, т/х | т | 60 | 80 | 100 |
| Допустиме навантаження на одну вісь | т | 12 | 15 | 15 |
| Клас точності згідно ДСТУ 45501:2007 | | III | | |
| Дискретність (d) і ціна повір очної поділки (e) | кг | 20 | 20/50 | 20/50 |
| Похибка зважування | % | ±0,1 | | |
| Довжина платформи | м | 12;18 | 18;20;22;24 | 20;22;24 |

| | | |
|-----------------------------|---------------------------|----------------|
| Діапазон робочих температур | °C | Від -30 до +50 |
| Товщина платформи | см | 32 |
| Висота ваг | см | 42 |
| Варіанти монтажу | Естакадний або котлований | |

2) Техноваги (Львів)

Підприємство засноване у 2002 р., у 2011 р. побудований власний сучасний новий завод у Львові, збільшивши виробничі площі до 7000 кв. м. Автомобільні ваги "Оптіма-В" Вага з платформою колійного типу із залізобетонними модулями модулями модулями. Науково-виробниче підприємство "Техноваги" - єдине підприємство в Україні, що є розробником та виробником ваг у діапазоні від лабораторних до вагонних. [5].

Сферою діяльності сервісної служби є гарантійний та поточний ремонт, технічне обслуговування, монтаж обладнання, навчання персоналу замовника щодо користування технікою, організація перевірки чи калібрування засобів вимірювальної техніки та ін.

Наявність кваліфікованих фахівців, матеріально-технічної бази та широкого спектру запасних частин дозволяє проводити повний комплекс робіт будь-якої складності, виконувати їх як на території нашого підприємства, так і за місцем безпосереднього розташування обладнання[5].

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | МД ПМ81мп.09.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 18 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |



Рис. 1.7 - Автомобільні ваги розроблені компанією «Техноваги»

Метрологічні дані автоваг для різних діапазонів зважування наведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Основні метрологічні дані автоваг, що розроблені компанією «Техноваги»

| Найменування | Min, т | Max, т | Діапазон маси тари, т | Ціна повірочної поділки $d=e$, кг |
|--------------|--------|--------|-----------------------|------------------------------------|
| ТВА-15 | 0,1 | 15 | Від 0 до 15 | 5 |
| ТВА-30 | 0,2 | 30 | Від 0 до 30 | 10 |
| ТВА-40 | 0,2 | 40 | Від 0 до 40 | 10 |
| ТВА-60 | 0,4 | 60 | Від 0 до 60 | 20 |
| ТВА-80 | 0,4 | 80 | Від 0 до 80 | 20 |
| ТВА-100 | 1,0 | 100 | Від 0 до 100 | 50 |

3) Київський ваговий завод

ТОВ «Київський ваговий завод» - компанія, що займається власним виробництвом автомобільних ваг та їх комплектуючих..

Наявність штатних будівельно-монтажних бригад дозволяє виконувати проекти «під ключ». Необхідно, щоб всі роботи виконували досвідчені професіонали. Будівництво фундаменту не виняток, адже він повинен витримувати надвисокі навантаження але не просідати при експлуатації. Якісний фундамент- основа точних і безвідмовних ваг [6].

Ваги, які виробляє «Київський ваговий завод» є якісними і надійними, вони внесені до Державного реєстру та мають відповідні сертифікати. Також, ТОВ «Київський ваговий завод» має Ліцензію на виконання будівельних робіт. [6].

Прототип автоваг Київського вагового заводу зображений на рисунку 1.8.

Огляд характеристик та будови автомобільних ваг:



Рис.1.8 - Автомобільні ваги колійного типу виробника «Київський ваговий завод»

Огляд метрологічних характеристик автомобільних ваг: наведені в таблиці 1.3.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | МД ПМ81мп.09.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 20 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Таблиця 1.3 - Основні характеристики автомобільних ваг виробника «Київський ваговий завод»

| Тип автомобільних ваг | Автомобільні ваги ГЕРМЕС ВТ суцільного типу | Автомобільні ваги ГЕРМЕС ВТ колійного типу |
|-------------------------|---|--|
| Пропускаємість | До 250 авто/добу | До 100 авто/добу |
| Нагрузка | До 25 т | До 12,5 т |
| Взважування | До 120 т | До 80 т |
| Розміри платформи | Довжина до 24 м Ширина 3,5 м | Довжина до 24 м Ширина 3,5 м |
| Робота при температурах | Від -35°С до +65 °С | Від -35°С до +65 °С |
| Допустима похибка | ±0,1 % | ±0,1 % |
| Середній срок служби | Від 20 років | Від 20 років |

1.1.4 Закордонні виробники

1) Меттлер тоledo (США)

МЕТТЛЕР ТОЛЕДО є провідним світовим виробником і постачальником високоточних приладів і послуг для лабораторій і виробництва.

Компанія пропонує рішення в області зважування, аналітики та контролю продукції на всіх стратегічно важливих етапах виробничого циклу, виробляє високоточне і якісне обладнання, включаючи промислові ваги, лабораторні ваги, піпетки Rainin і промислові аналітичні системи.

Також компанія дозволяє оптимізувати процеси, підвищити продуктивність, відповідати нормативним вимогам і скоротити витрати. [9].

Компанія МЕТТЛЕР ТОЛЕДО є лідером на ринку ваговимірювальної продукції, комплектуючих вагів та надає широкий спектр послуг. Була заснована в США, в місті Толедо інженером-розробником Річардом Толледо в

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | МД ПМ81мп.09.00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 21 |

1901 році. Наразі компанія має безліч підрозділів у всьому світі, у тому числі і в Україні.

Найуспішнішим випуском автомобільних ваг компанії є платформні автоваги моделі 7563, див. рис. 1.10.

Модель 7563 - це ваги зі сталеною платформою, призначені для зважування звичайних вантажних автомобілів і деяких вантажних автомобілів підвищеної прохідності. Конструкція дозволяє налаштовувати ваги відповідно до ваших конкретних завдань. Ортотропна конструкція забезпечує надійність зважування протягом тривалого терміну експлуатації, а цифрові вагові датчики POWERCELL® забезпечують передачу цифрового сигналу без спотворень [9].

Автомобільні ваги моделі 7563 TRUCKMATE® с суцільнометалевою платформою встановлюються в прямку або на поверхні землі. Вони призначені для зважування автомобілів і автопоїздів, але не транспортних засобів, що створюють зосереджене навантаження на ваги - таких, як вилочні навантажувачі великої вантажопідйомності або спецтранспорт.

Вагова платформа складається з окремих модулів (стандартна ширина модулів - 3,3 м), які можуть з'єднуватися в єдину вагову систему довжиною від 3 м. Вагові платформи мають номінальну висоту 300 мм; з урахуванням 70-мм зазору між нижньою поверхнею платформи і фундаментом загальна висота становить приблизно 370 мм.

Завдяки унікальній конструкції цих ваг і збільшеній кількості точок опори вагової платформи (в вагах, що складаються з чотирьох модулів, використовуються десять датчиків ваги), навантаження на фундамент лише незначно перевищує навантаження, створювану транспортним засобом на дорожнє полотно [9].

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | МД ПМ81мп.09.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 22 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |



Рисунок 1.10 - Автомобільні ваги 7563

Основні технічні характеристики:

- клас точності - середній по ГОСТ 29329-92;
- кількість розрядів цифрового відлікового пристрою - 6;
- час стабілізації показів - не більше 5 с;
- Діапазон робочих температур:
- від мінус 30 до плюс 40 ° С - для платформи, тензодатчиків, клемної коробки;
- від 0 до 40 ° С - для вагового індикатора;
- електричне живлення - від мережі змінного струму напругою від 187 В до 242 В, частотою (50 ± 1) Гц;
- ступінь захисту по ГОСТ 14254-96:
- IP 68 - датчиків;
- IP 66 - клемної коробки;
- IP 54 - вагового індикатора;
- споживана потужність - не більше 15 ВА;
- ймовірність безвідмовної роботи за 1000 год. - не менше 0,92;
- повний середній термін служби - не менше 10 років..

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | МД ПМ81мп.09.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 23 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

2) Kalisto (Польща, Франція)

Kalisto – польська компанія, яка виробляє автомобільні ваги, тезодатчики, та займається розробкою нових технологій ваговимірювальних та тензOMETричних ситем.

Хоча заснована компанія у Польщі її діяльність зусереджена також у Франції. Партнерами компанії є провідні німецькі фірми по розробці якісної електроніки.

Від 2008 року співробітники Заводу Терезів Kalisto мають право проводити процедури відповідності Європейського Співтовариства, що дає можливість здійснювати перевірку платформних і автомобільних ваг згідно з нормами Євросоюзу [9].

Головними напрямками виробництва є:

- Платформні ваги. Платформи ваг виконані зі сталі фарбованою судновими фарбами (серія ТМ, ТМА) і з нержавіючої сталі (серія НМ і НН). Голівки платформних ваг Фабрики Ваг Kalisto мають порт RS 232, завдяки якому можна підключити їх до комп'ютера або принтера. Ваговий термінал можна прикріпити на стрілі або на стіні. Платформа ваг серії ТМ щораз піддається піскоструминній обробці перед фарбуванням.
- Ваги палетні. Палетні ваги можна використовувати для зважування довгих предметів наприклад дошок або труб. Полози з'єднані із собою за допомогою троса довжиною до 10 метрів. Відповідна відстань між полозами дозволяє зважувати довгі товари вагою до 3 тонн.
- Зважування силосу
- Під майже кожний силос або великогабаритний резервуар можна встановити тензOMETричні датчики, які після підключення до вагового терміналу становлять електронні ваги [9].

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | МД ПІ81мп.09.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 24 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

1.2 Огляд аналогів тензодатчиків для автомобільних ваг

Важливу роль при конструюванні атомобільних ваг грають саме тензодатчики. Тензодатчик являє собою вимірювальний перетворювач, який конвертує деформацію, викликану механічним навантаженням автомобіля, в електричний сигнал. Вони є головною складовою будь-яких автомобільних ваг і найчастіше складаються з пружного елементу, тензорезисторів, корпусу та ін.

В залежності до призначення тензодатчики можуть мати різну форму, характеристики та рівень надійності. Отже розглянемо кілька виробників та марок тензодатчиків для автомобільних ваг.

1) Тензодатчик DNM9B Zemic (США)

DNM9Bd10 - балковий двухопорний цифровой тензометричний датчик на вигин, див. рис.

Балковий двухопорний тип датчиків застосовується для виготовлення / модернізації автомобільних і вагонних ваг, систем зважування на транспортних засобах, систем зважування цистерн, для вимірювання осьового навантаження автотранспорту, також можуть застосовуватися в різному електронно-ваговому обладнанні. Завдяки високим метрологічним характеристикам цей тип датчиків знаходить широке застосування в багатьох промислових системах весоизмерения, може застосовуватися замість стрижневих (колонних) датчиків [18].

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | МД ПІ81мп.09.00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 25 |



Рисунок 1.11 – Зовнішній вигляд тензодатчика DHM9B Zemic

Характеристики:

Максимальне навантаження: 50 (t)

Клас точності: C3

Максимальна кількість перевірочних інтервалів: 3000 (Nmax)

Мінімальний перевірочний інтервал: $E_{\max} / 7500$ (Vmin)

Загальна помилка: $\leq \pm 0.020$ (% НПВ)

Повзучість: $\leq \pm 0.016$ (% НПВ / 30min)

Температурний відхилення чутливості: $\leq \pm 0.011$ (% НПВ / 10 ° C)

Температурний відхилення нуля: $\leq \pm 0.019$ (% НПВ / 10 ° C)

діапазон термокомпенсаци: -10 ° C + 40 (° C)

Робочий діапазон температур: -10 ° C +50 (° C)

Безпечна перевантаження: 120 (% F · S)

Максимальне навантаження: 150 (% НПВ)

Руйнівне навантаження: 300 (% НПВ) (° C)

Номінальна чутливість: 1000000 (Counts)

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | МД ПІ81мп.09.00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 26 |

Швидкість перетворення: 112, 56,28,14,7, 3 (Hz)

Діапазон напруги живлення: 6 ~ 15 (DC) (В)

Швидкість передачі: 19200 (В)

Максимальна дальність передачі: 1200 (m)

Число адрес шини: Max.32

2) Тензодатчик Keli ZSFY-A (Китай)

Тензодатчик KELI ZSFY-F стержневого типу, див. рис., застосовується для виготовлення / модернізації автомобільних, вагонних, багатотонних бункерних ваг, а також в випробувальних стендах і контрольно-вимірювальному обладнанні.

Завдяки високим метрологічним характеристикам цей тип датчиків знаходить широке застосування в багатьох промислових системах ваговимірювання.



Рисунок 1.12 – Зовнішній вигляд тензодатчика Keli ZSFY-A

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | МД ПІ81мп.09.00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 27 |

Корпус виконаний зі сталі з нікелевим покриттям із застосуванням лазерного зварювання, клас захисту тензодатчика IP68 (повна пило і вологозахищеність).

Номінальне навантаження (E_{max}) 30 т

Номінальна чутливість (РКП) 2 ± 0.002 мВ / В

Клас точності C3 (OIML R60 C2-C5)

Баланс нуля $\pm 1\%$

Опір ізоляції 500 Ом

Діапазон термокомпенсаци $-40 \dots + 40$ ° С

Робочих діапазон температур $-50 \dots + 70$ ° С

Гранично допустиме навантаження 150% E_{max}

Руйнівне навантаження 250% E_{max}

Рекомендоване напруга живлення 10 ... 12В

Максимальна напруга живлення 15В

Клас захисту IP68

Матеріал корпусу Легована сталь, нержавіюча сталь

Діаметр кабелю мм 06мм

Номінальне навантаження (E_{max}) 30 т

Номінальна чутливість (РКП) 2 ± 0.002 мВ / В

Клас точності C3 (OIML R60 C2-C5)

Баланс нуля $\pm 1\%$

Температурне відхилення чутливості $\pm 0,02\%$ / 10 ° С

Температурне відхилення нуля $\pm 0,02\%$ / 10 ° С

Вхідний опір 400 ± 10

Вихідний опір 352 ± 3 а 352 ± 5 (15м) (23м); 706 ± 7 (25м)

Опір ізоляції 500 Ом

Діапазон термокомпенсаци $-40 \dots + 40$ ° С

Робочих діапазон температур $-50 \dots + 70$ ° С [19].

ESIT — HSC 40-60-100 Т (Корея)

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | МД ПІ81мп.09.00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 28 |

Модель датчика HSC, див.рис., функціонує за принципом стискання, вимірюючи силу і масу з відмінною точністю. Точність роботи тензодатчика не втрачається навіть при високих перевантаженнях. Вертикальні або горизонтальні навантаження, а також складні умови роботи не перешкода для функціонування тензодатчика HSC. Сталевий корпус, покритий протикорозійною фарбою, має ступінь захисту IP68. Приварена кришка з нержавіючої сталі закриває область тензорезисторів. [20]



Рисунок 1.13 – Зовнішній вигляд тензодатчика ESIT — HSC 40-60-100
Основна область застосування таких датчиків - автоматичні системи зважування, вагонні або автомобільні ваги, системи зважування цистерн.

Характеристики:

Номінальне навантаження (E_{max}) [кг] - 40000, 60000, 100000, 200000

Клас точності (OIML R 60) - C1 C3

Дискретність по класу (nLC) - 1000 3000

Мінімальний інтервал зважування - (V_{min}) $E_{max} / 3500$ $E_{max} / 6750$

Загальна помилка% - $E_{max} \leq \pm 0.05 \leq \pm 0.02$

Похибка повернення на нуль (DR) - % E_{max} 0.0039

Мінімальне навантаження, % - E_{max} 0

Максимальне перевантаження, % E_{max} 150

Допустима горизонтальна перевантаження, % - E_{max} 100

Руйнівна перевантаження, % E_{max} 300

Деформація (при E_{max}) - [мм] ≤ 0.3 , [20]

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | МД ПІ81мп.09.00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 29 |

2. Проектування платформних автомобільних ваг

Проектування платформних автомобільних ваг вимагає детальної розробки конструкції модулів платформи та тензодатчиків. Необхідно визначити та розрахувати геометричні параметри та визначити методи оптимізації вимірювальних перетворювачів. Щоб процес виготовлення автоваг був максимально технологічний необхідно виконати ряд конструкторських рішень.

2.1 Вимоги до проектування платформи автоваг.

Для того, щоб автомобільні ваги мали широкий діапазон вимірювань – від 1 до 100т, необхідно сконструювати міцну і в той час легку конструкцію автоваг. З попереднього аналізу типів конструкцій автоваг визначено, що найбільш підходящий у нашому випадку тип це платформа.

Для більшої універсальності платформні автомобільні ваги мають ділитися на модулі, які не залежать один від одного. Таким чином користувач має змогу адаптовувати автомобільні ваги під пеній тип автомобіля.

Модулі-платформи кріпляться болтами до поперечних балок під якими розташовуються тензодатчики. На краях колій автомобільних ваг розміщується кутник, який має запобігти боковому з'їзду автомобіля з ваг.

Три послідовно з'єднані платформи дозволять вміщувати вантажівку з причепом довжиною до 24 м. Заїзд на ваги здійснюється по пандусам, а спосіб мотажу автомобільних ваг виконується на зарання підготовлений бетонний фундамент.

Для зменшення власної ваги автомобільних ваг та полегшення їх обслуговування потрібно зробити проміжки між коліями кожного модуля та розрахувати оптимальні габорити продольних поперечних балок.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | МД ПМ81мп.09.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 30 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

2.2 Вимоги до проектування тензодатчиків автоваг.

Основні характеристики автомобільних ваг напряду залежать від вимірювального перетворювача. Для оптимізації датчика сили необхідно відштовхуватися від основних вимог вимірювання автоваг:

- Нижня границя зважування – 40т
- Найбільша границя зважування – 100т
- Температурний діапазон вимірювань – від -30 да +40 °С
- Кількість ВП – 8
- Тип пружного елемента – стрижневий
- Ціна поділки – $\epsilon=20\text{кг}$

З попереднього аналізу типів тензометричних перетворювачів ваги визначено, що для вимагаємого діапазону вимірювання найбільш доцільним типом буде «колонна», а тип пружного елемента – стрижневий.

Необхідний тип тензорезисторів – фольговий. Кількість тензорезисторів на один чутливий елемент – 8.

2.3 Розробка конструкції автомобільних ваг.

З попереднього аналізу типів конструкцій автоваг визначено, що найбільш підходящий у нашому випадку тип це платформа, яка ділиться на три модулі, які з'єднуються за допомогою поперечних балок та не залежать один від одної та можуть працювати окремо. Таке виконання є найбільш оптимальним до відношення похибки вимірювань та максимальної границі зважування. В такому випадку користувач може адаптувати автомобільні ваги до автомобілів без причепа, використовуючи лише дві платформи.

Габаритні розміри одного модуля складають 890х384х7936мм. Габаритні розміри 4 поперечних несущих балок 170х300х3450мм. За допомогою швеллерів, що з'єднують колії ми забезпечуємо стійкість конструкції, див. рис. 2.1.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | МД ПМ81мп.09.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 31 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

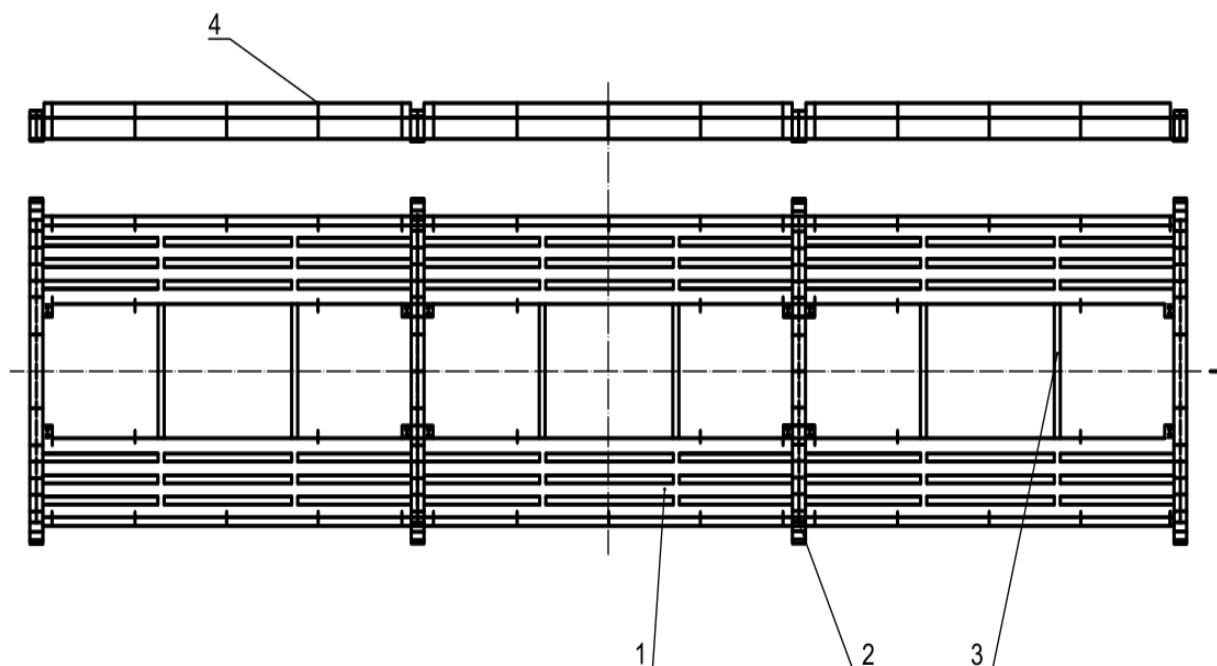


Рисунок 2.1 – Конструкція автомобільних ваг:

1 – модульна платформа; 2 – поперечна балка; 3 – швелер; 4 – огорожа;

Під кожною поперечною балкою по обидві сторони передбачені місця встановлення тензодатчиків, рис.2.2. На всю конструкцію платформи автомобільних ваг передбачено 4 поперечних несущих балки, відповідно 8 тензодатчиків.

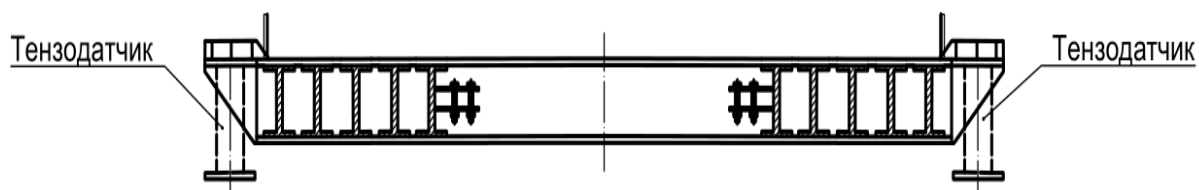


Рисунок 2.2 - Місця встановлення тензодатчиків

Також по краях кожної з колій передбачається огорожа з кутника, яка приварюється для запобігання бокового з'їзду. Встановлюються автоваги на фундамент, з пандусним заїздом.

| | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

МД ПМ81мп.09.00.000 ПЗ

Арк.

32

2.4 Розробка конструкції тензодатчика

З попереднього аналізу типів конструкцій тензодатчиків найбільш оптимальний буде тип колона, рис.2.3. Такий тип датчика дозволить нам вимірювати вагу в заданому діапазоні, без втрати метрологічних характеристик.



Рисунок 2.3 - Тензодатчик типу «Колонна»

Корпус тензодатчика виконується з нержавіючої сталі та герметично захищає пружний елемент від потрапляння вологи.

З усіх існуючих типів пружних елементів для даного тензодатчика за прототип взято стрижневий тип, див. рис. 2.4.

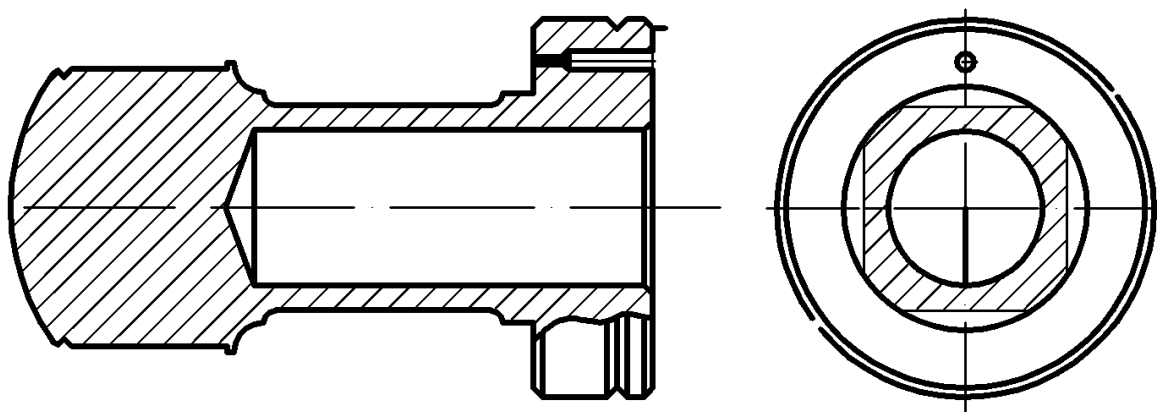


Рисунок 2.4 - Стрижневий тип пружного елемента

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------|------|
| | | | | | ДП ПМ4109.00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 33 |

Матеріал чутливого елемента - конструкційна легована сталь марки 30ХГСА, що має ГОСТ 8731-87.

В залежності від способу використання, допустимих метрологічних характеристик, та способу наклеювання обирається підходящий тензорезистор. У нашому випадку обрано фольговий тип КФ5Р2.



Рисунок 2.5 - Тензорезистор КФ5Р2

Клас точності для даного тензореситора – А.

Кількість тензорезисторів на тензодатчик – 8

Номінальний опір – 400 Ом

Чутливість – 1.9 - 2.1.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------|------|
| | | | | | ДП ПМ4109.00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 34 |

2.5 Розрахунок поперечних балок автомобільних ваг.

Для зменшення ваги поперечних балок необхідно зробити оптимізацію геометричних параметрів та визначити прогин балки при максимально допустимому навантаженні. Даний метод розрахунку описувався мною у дипломній роботі «Автомобільні ваги «високого» класу точності». На рисунку 2.6 зображено геометричні дані та прикладені сили.

Вихідні дані:

- Довжина поперечної балки $L = 3,545$ м.
- Прикладена сила на одну ось $P = 245$ кН.
- Віддаль від опори $a = 0,5$ м.

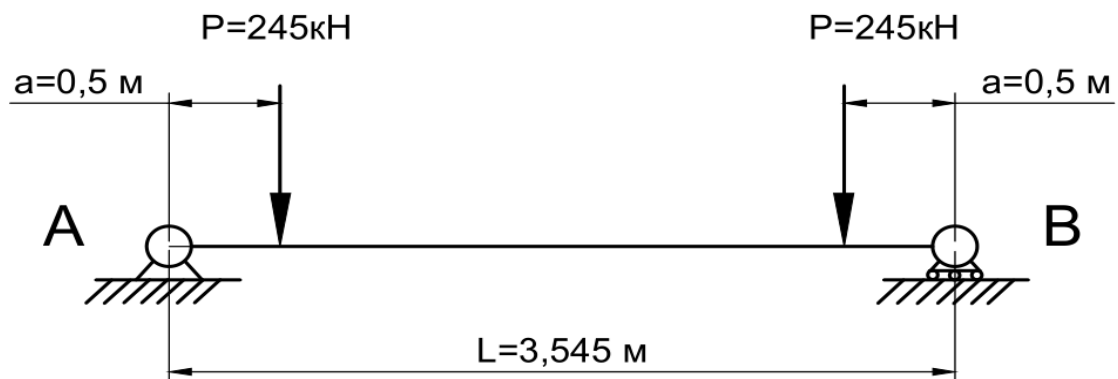


Рисунок 2.6 – Поперечна балка та прикладені до неї сили.

Матеріал нашої балки - вуглецева сталь класу міцності прокату сталі С235, коефіцієнт роботи суцільного перерізу $\gamma_c = 0,9$; опір при розтягу, стиску і згині фасонного прокату $R_y = 230$ Н/мм² ≈ 23 кН/см²; коефіцієнт надійності за відповідальністю прийнято рівним $\gamma_n = 1$.

Для згинального моменту M та навантаження Q побудуємо епюри ,рис. 2.7.

Розрахуємо максимальний згинальний момент M_{\max} за формулою:

$$M_{\max} = P \cdot a = 245 \cdot 0,5 = 125,5 \text{ кН} \cdot \text{м.} \quad (2.1)$$

Розрахуємо максимальне навантаження розподілене на балку Q_{\max} за формулою:

$$Q_{\max} = P = 245 \text{ кН.} \quad (2.2)$$

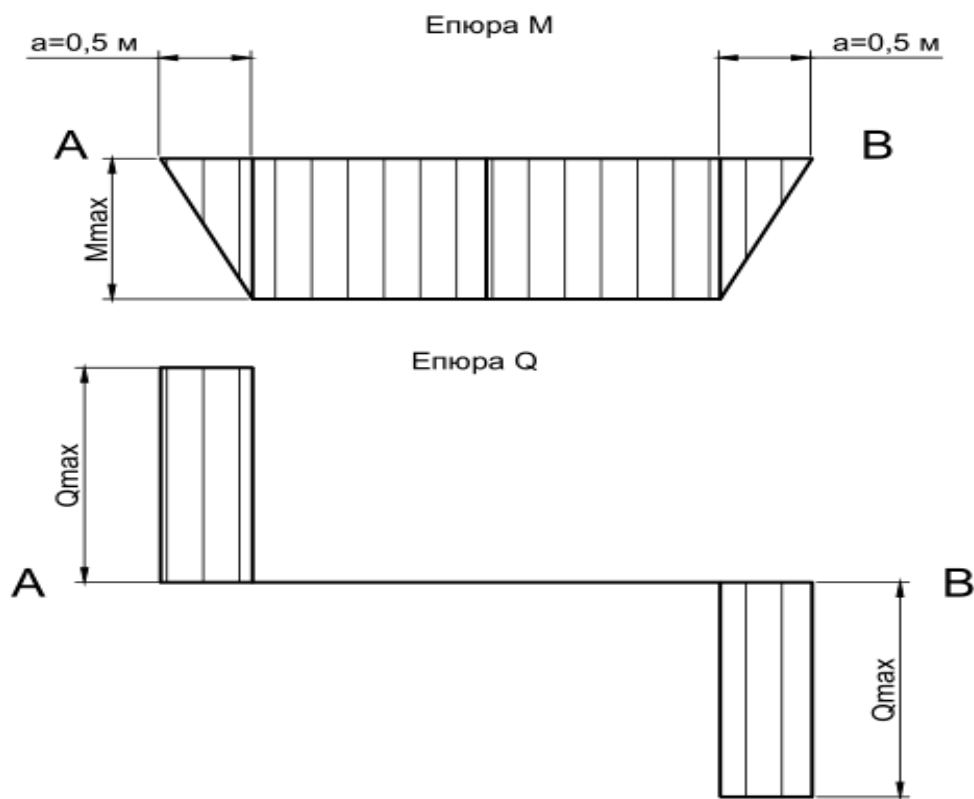


Рисунок 2.7 - Епюри M та Q

Згинальний момент при дії на одну з площин не має перевищувати одиниці:

$$\frac{M_{\max} \cdot \gamma_n}{W_{n,\min} \cdot R_y \cdot \gamma_c} \leq 1. \quad (2.3)$$

Момент опору в площині x-x розраховується за формулою:

$$W_{n,\min} = \frac{M_{\max} \cdot \gamma_n}{R_y \cdot \gamma_c} = \frac{12250 \cdot 1}{23 \cdot 0,9} = 591,78 \text{ см}^3 \quad (2.4)$$

Із сортаменту прокатної сталі приймаємо двотаврову балку, рис. 2.8 (за ГОСТ 8239-89), з такими геометричними характеристиками:

- номер профілю – 33;
- висота балки $h = 300 \text{ мм}$;

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | МД ПМ81мп.09.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 36 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

- товщина стінки $d = 10$ мм;
- ширина полочки $b = 170$ мм;
- статичний момент інерції перерізу $I_x = 9840$ см⁴ ;
- площа перерізу балки $A = 53,8$ см² ;
- статичний момент опору перерізу балки $W_x = 597$ см³;
- статичний момент півплощі перерізу балки $S_x = 339$ см³ [12, с.57];

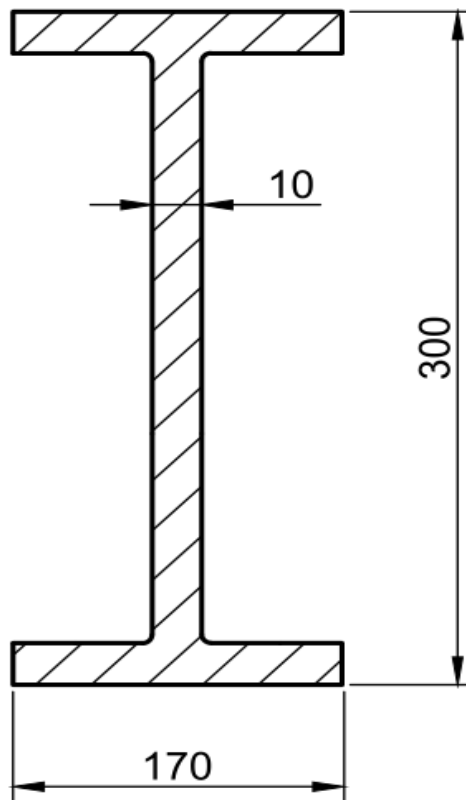


Рисунок 2.8 - Підібраний переріз балки

Перевіряємо умову дії згинального моменту :

$$\frac{M \cdot \gamma_n}{W_x \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{12250 \cdot 1}{597 \cdot 23 \cdot 0,9} = 0,991 \leq 1 \quad (2.5)$$

Умова виконується.

Виконаємо перевірку прийнятого перерізу балки на дію поперечної сили Q , що спрямована паралельно серединній площині стінки:

$$\frac{Q \cdot S_x \cdot \gamma_n}{R_y \cdot t_w \cdot R_s \cdot \gamma_c} = \frac{245 \cdot 339 \cdot 1}{9840 \cdot 1 \cdot 0.58 \cdot 23 \cdot 0,9} = 0,7 \leq 1 \quad (2.6)$$

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | МД ПМ81мп.09.00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 37 |

Умова виконується.

Необхідно перевірити вибраний переріз балки на допустимі значення прогину.

Для того щоб застосувати формули Мора , нам необхідно мати епюру згинальних моментів $M_{од}$ від одиничної сили. Одиничну силу прикладаємо до точки, де визначаємо прогин [12, с.20], див. рис. 2.9.

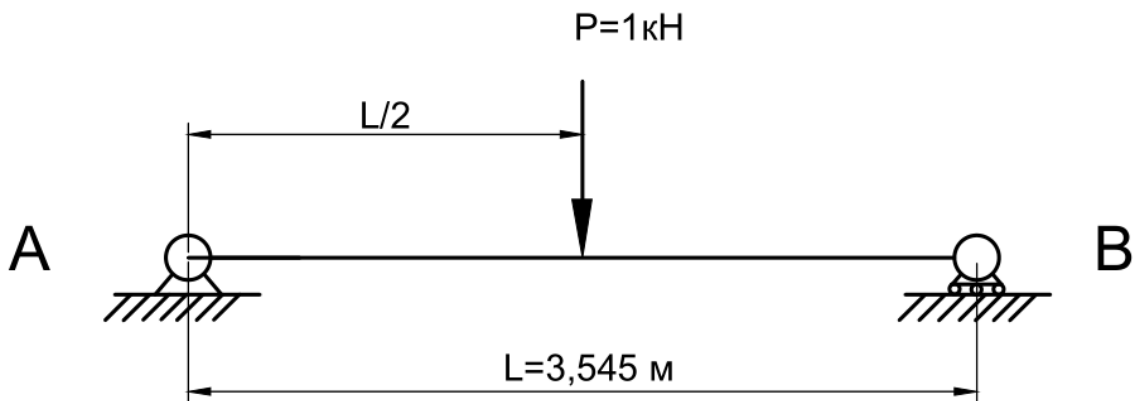


Рисунок 2.9 - Прикладена одинична сила

Будуємо одиничну епюру згинального моменту, див. рис. 2.10.

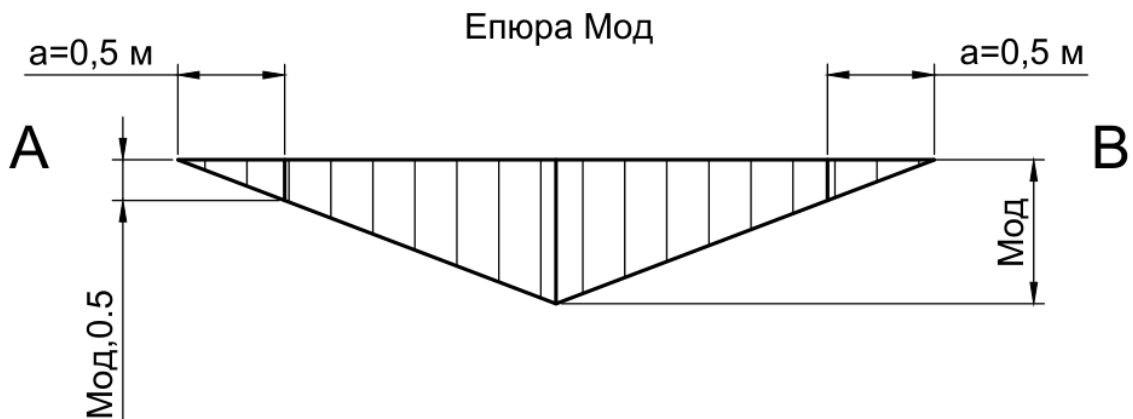


Рисунок 2.10 - Одинична епюра М

Розрахуємо одиничний згинальний момент $M_{од}$ від прикладеної одиничної сили

$$M_{од} = \frac{P_{од} \cdot L}{4} = \frac{1 \cdot 3,545}{4} = 0,886 \text{ кН} \cdot \text{м}, \quad (2.7)$$

Де $P_{од}$ – одиничне навантаження.

Розрахуємо згинальний момент $M_{од,0.5}$ на відстані 0,5 м від опори:

$$M_{од,0.5} = \frac{P_{од}}{2} \cdot a = \frac{1}{2} \cdot 0,5 = 0,25 \text{ кН} \cdot \text{м}. \quad (2.8)$$

За допомогою формули Мора розрахуємо фактичний прогин балки, рис.2.11, на певній відстані від опори:

$$\begin{aligned} f &= \frac{1}{3} \cdot \frac{M_{\max} \cdot M_{од,0.5}}{E \cdot I_x} \cdot a + \\ &+ \frac{1}{6} \left[\frac{M_{\max} \cdot (2 \cdot M_{од,0.5} + M_{од})}{E \cdot I_x} + \frac{M_{\max} \cdot (2 \cdot M_{од} + M_{од,0.5})}{E \cdot I_x} \right] \times \\ &\times \left(\frac{L}{2} - a \right) + \frac{1}{3} \cdot \frac{M_{\max} \cdot M_{од,0.5}}{E \cdot I_x} + \\ &+ \frac{1}{6} \left[\frac{M_{\max} \cdot (2 \cdot M_{од,0.5} + M_{од})}{E \cdot I_x} + \frac{M_{\max} \cdot (2 \cdot M_{од} + M_{од,0.5})}{E \cdot I_x} \right] \cdot \left(\frac{L}{2} - a \right) = \\ &= 2 \left[\frac{1}{3} \cdot \frac{M_{\max} \cdot M_{од,0.5}}{E \cdot I_x} \cdot a \right] + \\ &+ \frac{2}{6} \left[\frac{M_{\max} \cdot (2 \cdot M_{од,0.5} + M_{од})}{E \cdot I_x} + \frac{M_{\max} \cdot (2 \cdot M_{од} + M_{од,0.5})}{E \cdot I_x} \right] \cdot \left(\frac{L}{2} - a \right) = \\ &= 2 \cdot \left[\frac{1}{3} \cdot \frac{12250 \cdot 25}{2,06 \cdot 10^4 \cdot 9840} \cdot 50 \right] + \frac{2}{6} \times \\ &\times \left[\frac{12250 \cdot (2 \cdot 25 \cdot 88,6) + 12250(2 \cdot 88,6 + 25)}{2,06 \cdot 10^4 \cdot 9840} \right] \cdot \left(\frac{354,5}{2} - 50 \right) = \\ &= 0,5 + 0,874 = 0,879 \text{ см} \leq f_{u=} = \frac{L}{150} = \frac{354,5}{150} = 2,36 \text{ см}. \quad (2.9) \end{aligned}$$

Умова виконується. Балка підібрана.

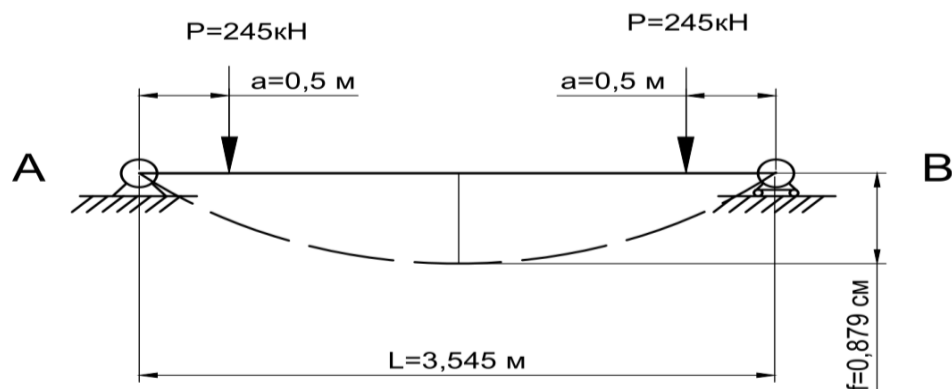


Рисунок 2.11 - Фактичний прогин балки

Даний розрахунок допоміг нам визначити мінімальне значення поперечного перерізу несущої балки не перевищуючи фактичний прогин, $f=0,023\text{м}$, при максимальному навантаженні 100 т.

2.6 Розрахунок пружного елемента

Для того щоб збільшити чутливість та діапазон вимірювань нашого вимірювального перетворювача потрібно визначити оптимальне значення площі поперечного перерізу пружного елемента. Проведемо розрахунки, частина з яких описувалася мною у дипломній роботі.

При навантаженні силою F тензодатчика пружний елемент деформується на величину Δl , разом з цим тензорезистори змінюють опір ε_r пропорційно навантаженню і відповідно змінюється вихідний сигнал [13]. Структурна схема тензодатчика зображена на рис 2.12.

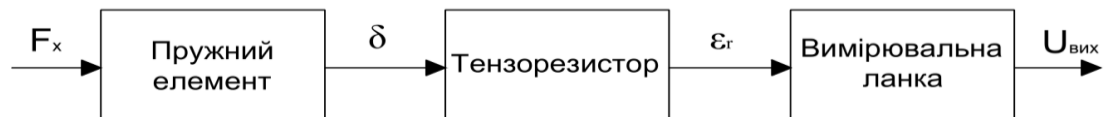


Рисунок 2.12 - Структурна схема тензодатчика

Сила F визначається як :

$$F = mg \quad (2.10)$$

Де m - маса , g – прискорення вільного падіння ($g = 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$).

Деформація пружного елемента визначається як:

$$\delta = \frac{B_k l F}{b h^2 E}, \quad (2.11)$$

Де B_k – робоча відносна деформація,

l – висота пружного елемента

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------|------|
| | | | | | ДП ПМ4109.00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 40 |

b – ширина

h – товщина

E – модуль пружності матеріалу [14, с.248].

Згідно закону Гука відносна деформація визначається так:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}. \quad (2.12)$$

Або:

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E}, \quad (2.13)$$

Де σ – механічна напруга, що утворюється діючою силою.

Напруга σ – це відношення прикладеної сили до площі поперечного перерізу пружного елемента:

$$\sigma = \frac{F}{S_{\text{пер}}}, \quad (2.14)$$

Де $S_{\text{пер}}$ – площа поперечного перетину пружного елемента.

Підставимо (2.14) в (2.13):

$$\varepsilon = \frac{F}{E \cdot S_{\text{пер}}}. \quad (2.15)$$

Деформацію можна представити як зміну опору тензорезисторів:

$$\varepsilon \rightarrow \frac{\Delta R}{R} = \varepsilon_r, \quad (2.16)$$

Де R – опір тензорезистора.

Деформацію ε_r домножають на коефіцієнт тензочутливості k_T , див. рис.

2.13.

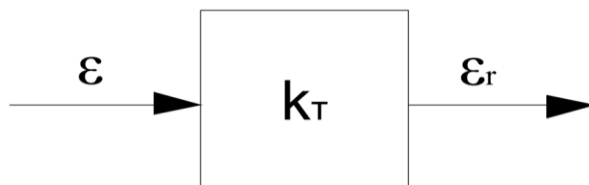


Рисунок 2.13 - Схема множення на коефіцієнт

Для нашого матеріалу (константан) $k_T = 2,1$, тобто ми отримуємо:

$$\frac{\Delta R}{R} = 2,1 \cdot \frac{\Delta l}{l}. \quad (2.17)$$

За допомогою розрахунку симетричної мостової схеми з'єднання виразимо РКП:

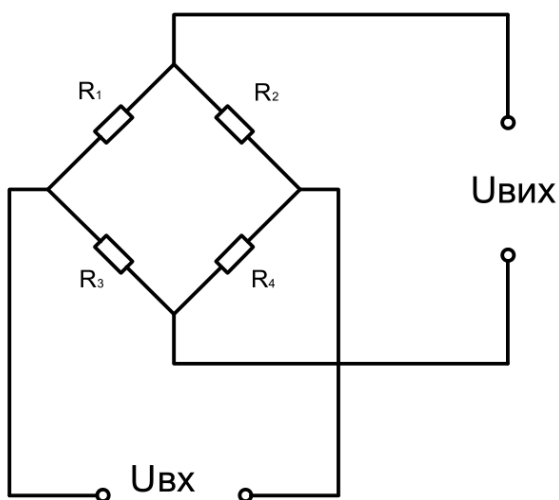


Рисунок 2.14 - Мостова схема підключення

$$U_{вих} = \frac{U_{вх} \cdot R_1}{R_1 + R_2} = \frac{U_{вх} \cdot R_3}{R_3 + R_4} = U_{вх} \frac{R_1 R_3 + R_1 R_4 - R_3 R_1 - R_3 R_2}{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)}, \quad (2.18)$$

Де R_1, R_2, R_3, R_4 – опори тензорезисторів,

$U_{вх}, U_{вих}$ – вхідна і вихідна напруга відповідно.

$$\frac{U_{вих}}{U_{вх}} = РКП = \frac{R_1 R_4 - R_3 R_2}{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)}, \quad (2.19)$$

Де РКП – робочий коефіцієнт перетворення.

$$PKP = \frac{k}{(k+1)^2} \left(\frac{\Delta R_1}{R_1} + \frac{\Delta R_4}{R_4} - \frac{\Delta R_3}{R_3} - \frac{\Delta R_2}{R_2} \right), \quad (2.20)$$

Де k – коефіцієнт симетрії.

Оскільки наша схема симетрична то k=1.

$$PKP = \frac{k}{(k+1)^2} \cdot k_T \cdot (\varepsilon + \varepsilon + \mu \cdot \varepsilon + \mu \cdot \varepsilon), \quad (2.21)$$

Де μ – коефіцієнт Пуасона.

$$PKP = \frac{k}{(k+1)^2} \cdot k_T \cdot 2 \cdot (1 + \mu) \frac{m \cdot g}{E \cdot S_{\text{пер}}}. \quad (2.22)$$

Знаючи значення модуля пружності та робочого коефіцієнта перетворення визначимо площу поперечного перерізу:

$$S_{\text{пер}} = \frac{k}{(k+1)^2} \cdot k_T \cdot 2 \cdot (1 + \mu) \frac{F}{E \cdot PKP} =$$

$$= \frac{1}{4} \cdot 2,1 \cdot 2 \cdot 1,3 \cdot \frac{2000 \cdot 9,8}{2100 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 10^{-3}} = 6,37 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2 = 63,7 \text{ мм}^2. \quad (2.23)$$

За допомогою цих розрахунків ми визначили площу поперечного перерізу $S_{\text{пер}} = 63,7 \text{ мм}^2$, при якому ми отримуємо бажані значення чутливості та діапазону вимірювання.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------|------|
| | | | | | ДП ПМ4109.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 43 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

2.7 Аналіз точності автомобільних ваг

2.7.1 Характеристика класу точності

Всі датчики навантаження та засоби вимірювання мають свій клас точності.

Точність можна охарактеризувати відношенням максимального діапазону вимірювання *Max* до кількості повірочних інтервалів.

Похибка датчиків виражається в повірочних інтервалах, величина яких визначається співвідношенням:

$$v = \frac{Max}{n} = \frac{100000}{20} = 5000 \quad (2.24)$$

Якщо максимальна кількість повірочних інтервалів $v=5000$ то точність відповідає класу В.

Вцьому випадку діапазон відносної похиби наших ваг буде складати $\pm 0,02\%$, див. рис. 2.15.

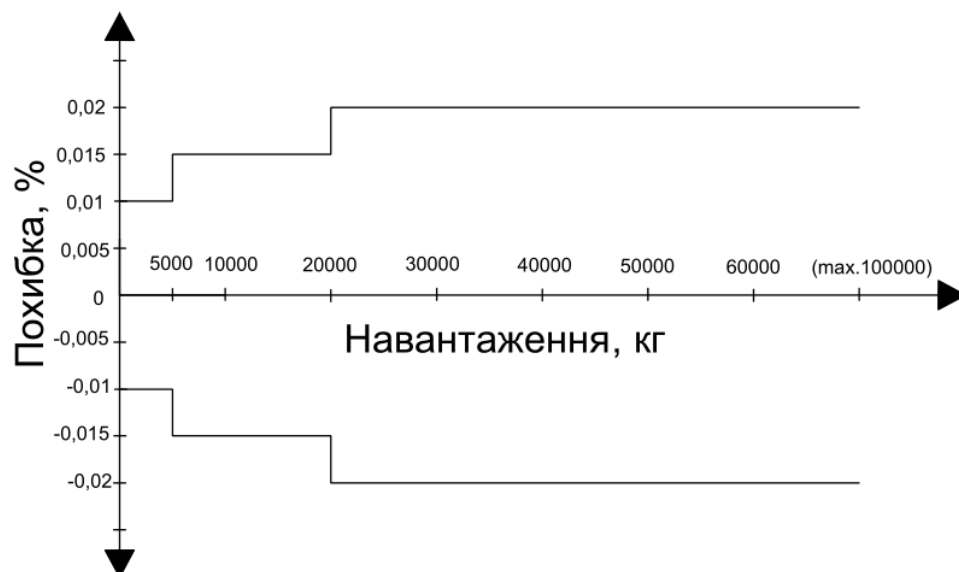


Рисунок 2.15 – залежність відносної похибки вимірювань від навантаження

2.7.2 Кореляція адитивних похибок

Зазвичай функція ВП описується у такому вигляді:

$$y = kx + b. \quad (2.25)$$

На рисунку 2.16 показано графічне відображення функції перетворення.

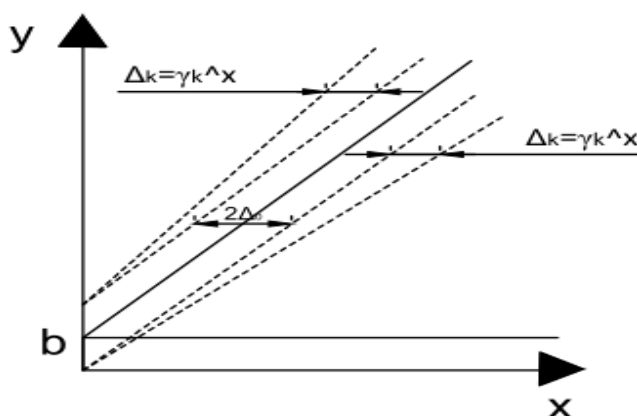


Рисунок 2.16 - Графічне відображення функції перетворення ВП

Пряма b – це початковий рівень, з якого починає перетворюватись вихідний сигнал x , він також характеризує чутливість у ВП.

В незалежності від величини вихідного сигналу на нього в певній мірі буде впливати похибка нуля (адитивна). Якщо присутня лише похибка нуля то функція виглядає так:

$$y = k(x \pm \Delta_0) \quad (2.26)$$

Як показано на рисунку 2.17 абсолютна похибка дорівнює $\Delta = \Delta_0$.

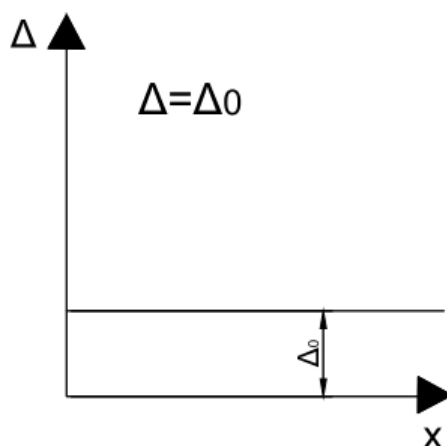


Рисунок 2.17 - Значення абсолютної похибки

Відносна похибка визначається так :

$$\gamma = \gamma_0 = \frac{\Delta_0}{x} \quad (2.27)$$

Якщо $x = \Delta_0$ то похибка ВП буде доходити до 100%, що унеможливило подальші виміри, див. рис. 2.18.

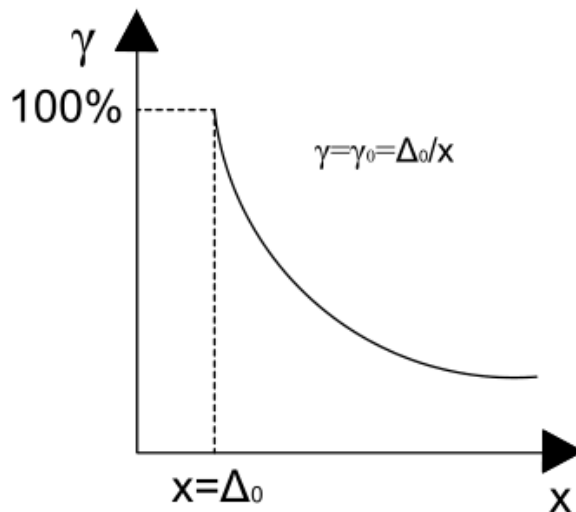


Рисунок 2.18 - Значення відносної похибки

2.7.3 Мультиплікативні похибки

Чутливість вимірювального перетворювача характеризує на скільки малий вплив на нього він зможе зреагувати. Будь-які похибки чутливості називають мультиплікативними та характеризуються рівнянням:

$$y = k(1 \pm \gamma_k)x. \quad (2.28)$$

Якщо в наявності будуть відразу похибка нуля та мультиплікативна то:

$$y = k(1 \pm \gamma_k)(x \pm \Delta_0). \quad (2.29)$$

Загальна дія всіх похибок буде мати вигляд як на рисунку 2.19.

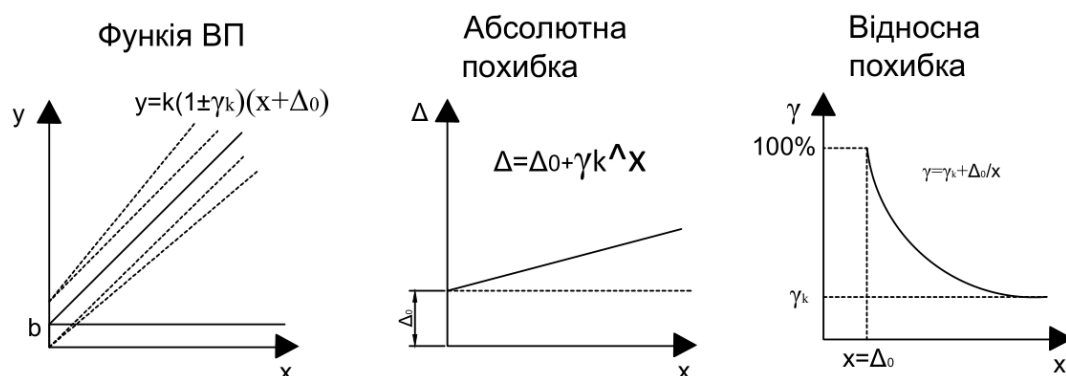


Рисунок 2.19 - Сумарна дія мультиплікативної та адитивної похибок.

2.7.4 Основна похибка

При використанні вимірювального пристрою основна похибка буде визначатися як сума всіх похибок:

$$\delta_o = \sqrt{\varphi^2 + \sigma_c^2 + \gamma_r^2 + \gamma_n^2 + \beta^2 + \alpha^2}, \quad (2.30)$$

Де φ – системна складова похибки,

σ – середнє квадратичне відхилення випадкової складової похибки,

γ_r – гістерезис,

γ_n – нелінійність,

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | МД ПМ81мп.09.00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 47 |

α – температурна зміна коефіцієнта (на 10°C).

β – температурна зміна номінального коефіцієнта (на 10°C).

Найбільш точно визначити так похибку можна за допомогою експериментальних досліджень, оскільки математичного способу розрахунку такої похибки немає.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------|------|
| | | | | | ДП ПМ4109.00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 48 |

3 Моделювання пружнього елемента тензодатчика

В ході виконання магістерської дисертації було проведено комп'юторне дослідження пружного елемента тензометричного датчика деформацій. Для спрощення такого моделювання об'єктом дослідження оберемо балочний пружний елемент, який буде досліджуватись на згин.

3.1 Підготовка до моделювання

Для проведення моделювання необхідно спроектувати пружний елемент, який зображено на рис.3.1.

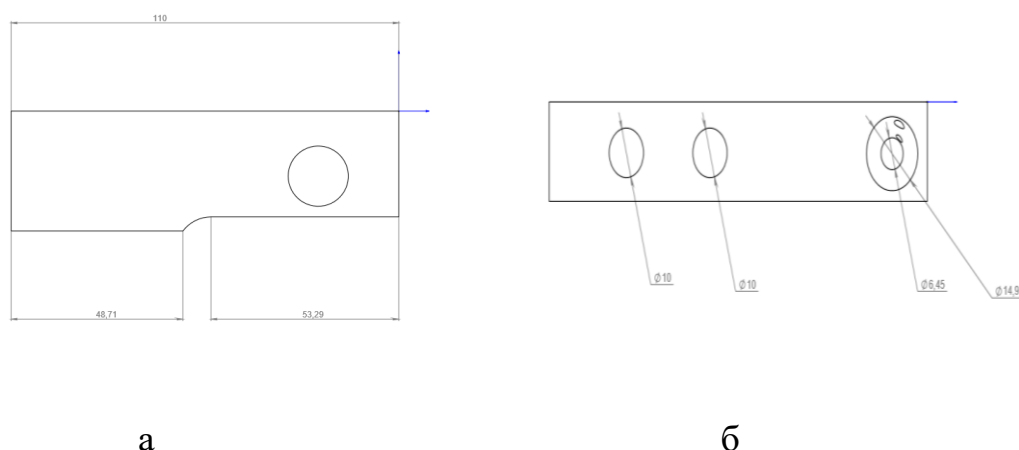


Рисунок 3.1 – схема пружного елемента: а – вид збоку; б – вид знизу.

Розмістимо три тензорезистори в місцях найбільшої деформації. Два тензорезистори РКП1 та РКП2 будуть розміщуватись в зоні найбільшої деформації по обидві сторони пружного елемента, А РКП3 в зоні меншої деформації.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | МД ПІ81мп.09.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 49 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Проведемо моделювання нашого пружного елемента на статичне переміщення, рис.3.2.

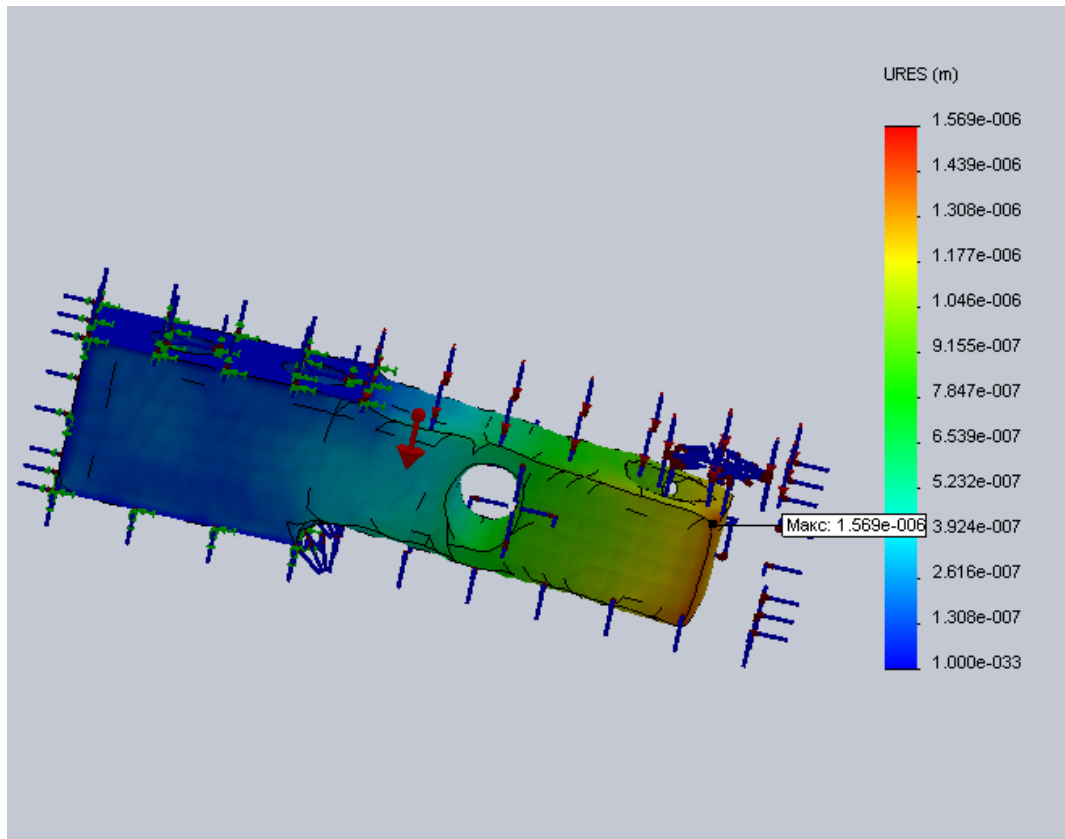


Рисунок 3.2 – Статичне переміщення пружного елемента тензодатчика

Отже, як ми бачимо найбільшого переміщення пружній елемент буде мати в зоні з меншою площею поперного перерізу пружного елемента на краю навантаження. Тому доцільним буде навантажувати саме цю зону згину, де будуть наклеюватись тензорезистори.

3.2 Проведення моделювання

В ході моделювання проведемо кілька дослідів, а саме: на кутове напруження, рис.3.3, статичну деформацію, рис.3.4, статичне кутове напруження, рис.3.5, та статичне переміщення, рис. 3.6.



Рисунок 3.3 – Моделювання кутового напруження

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | МД ПІ81мп.09.00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 51 |

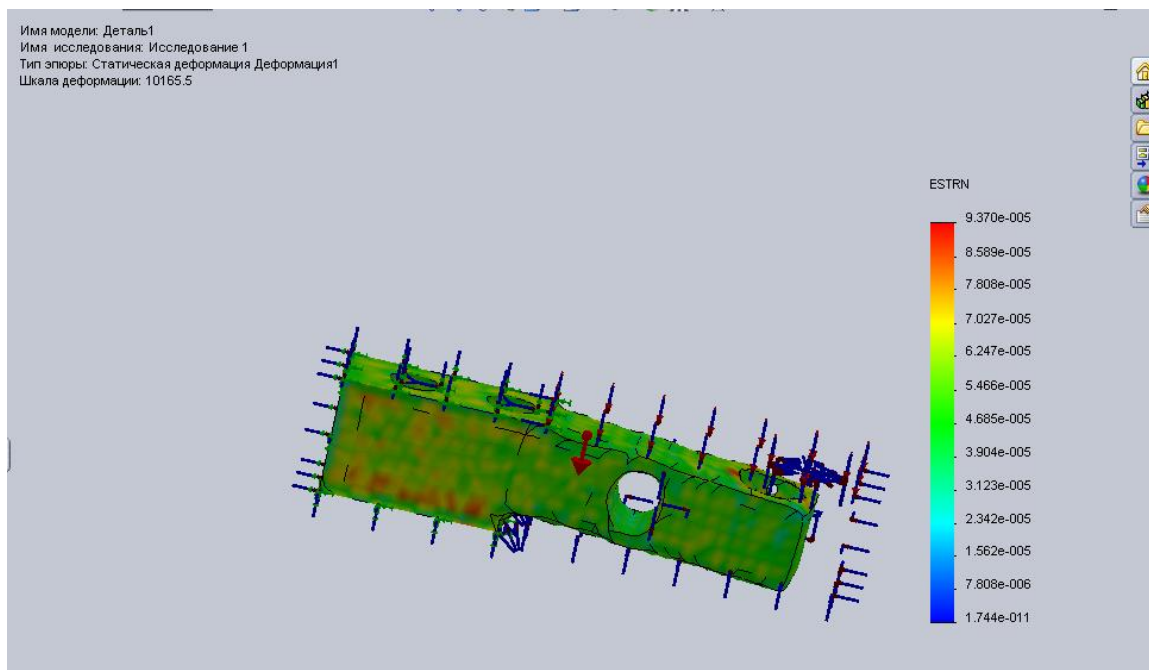


Рисунок 3.4 – Моделирование статичної деформації

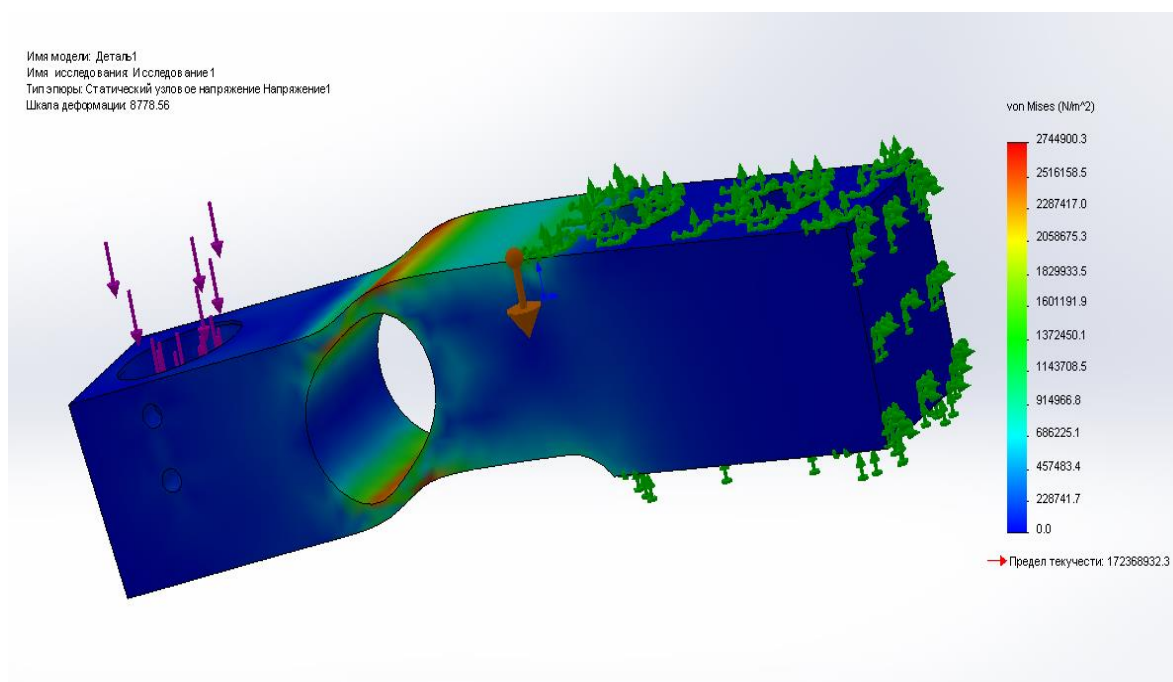


Рисунок 3.5 – Моделирование статичного кутового напруження

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | МД ПІ81мп.09.00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 52 |

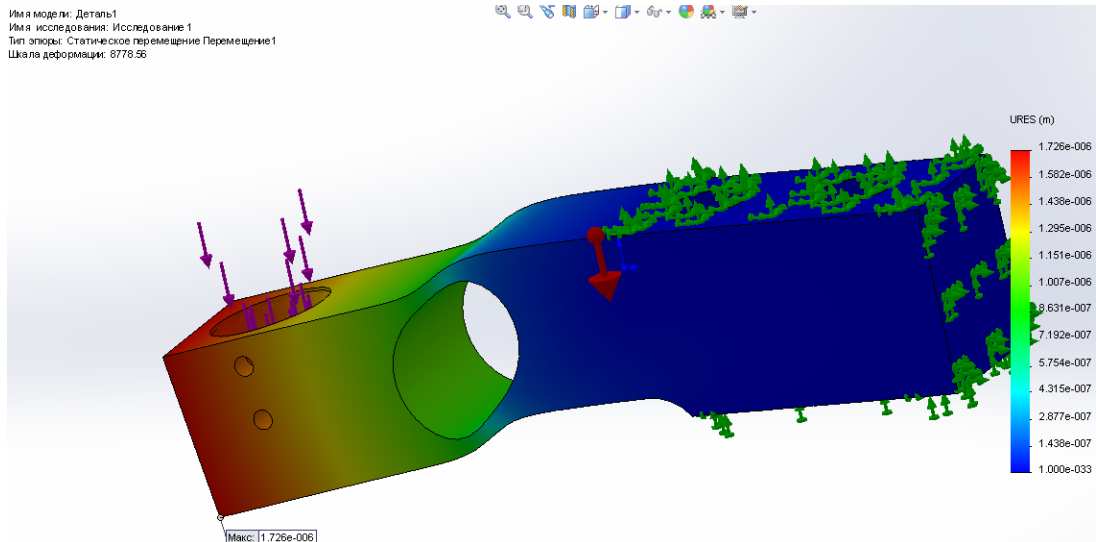


Рисунок 3.6 – Моделювання статичного кутового напруження

Отже, як показують епюри статичних навантажень максимальний вплив деформацій, напружень та переміщень припадають на кінець пружного елемента.

За допомогою програмного забезпечення знімаються значення зміщення величини довжини активної частини тензодатчика та відповідній їй прикладеної сили. Також отримано значення РКП з трьох тензорезисторів, які знімаються через певний проміжок часу.

Тензорезисторний датчик деформації пройшов три цикли розтягу. Далі було проведено обробку отриманих даних.

3.3 Обробка результатів моделювання

За допомогою програмного забезпечення було розраховано 3 цикли моделювання навантаження пружного елемента.

Габаритні розміри пружного елемента зображено на рис. 3.7.

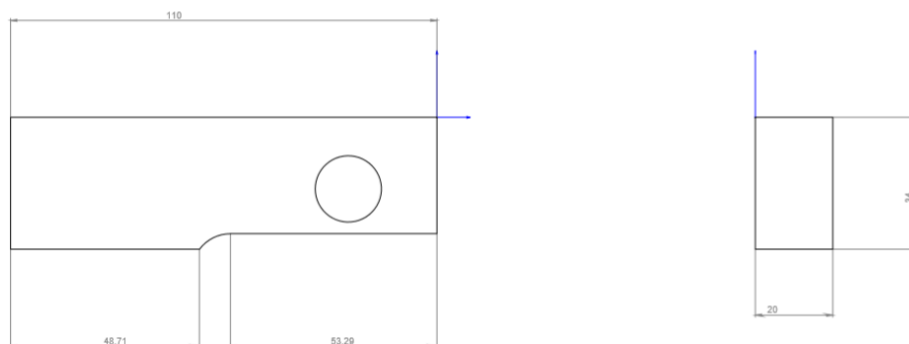


Рисунок 3.7 – Габаритні розміри зразка

Площа поперечного перерізу ділянки робочої зони для РКП1 та РКП2 складає 33,95(мм²). Площа поперечного перерізу ділянки робочої зони для РКП3 - 43,8(мм²).

На рис. 4.8 зображено графік залежності РКП1, РКП2 та РКП3 від значення прикладеної сили.

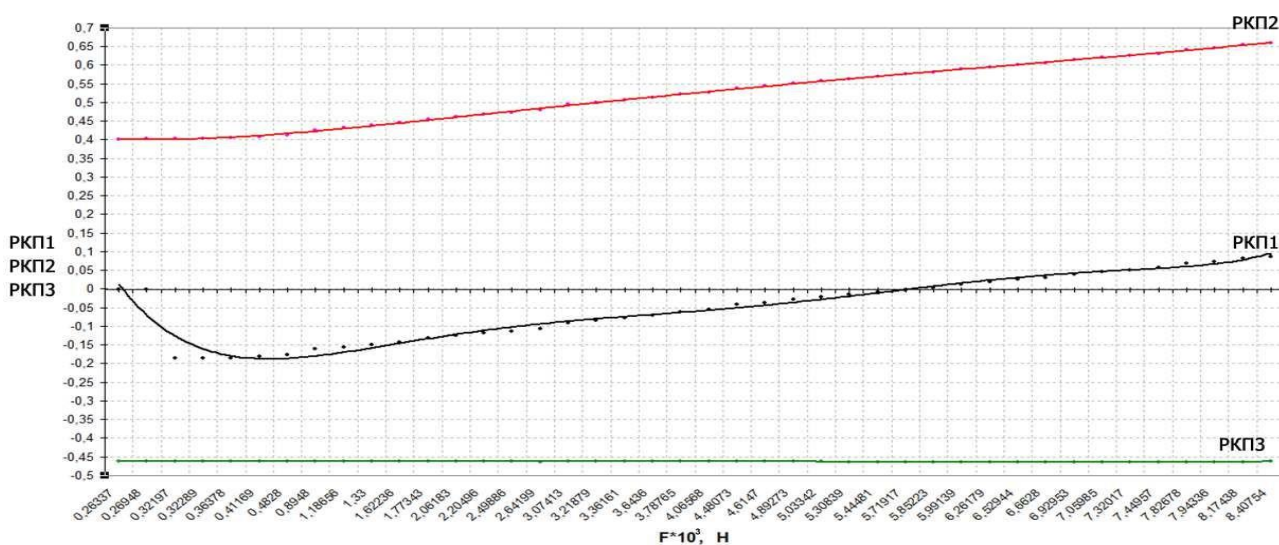


Рисунок 3.8 – Графік залежності РКП1, РКП2 та РКП3 від значення прикладеної сили

Апроксимація даних виконувалась за поліномом 6-го порядку. Нижче наведемо рівняння даних апроксимації, за допомогою програмного середовища MS Excel:

– РКП1: $y = 6E-08x^6 - 9E-08x^5 + 5E-04x^4 - 0,0024x^3 + 0,0215x^2 - 0,1244x + 0,1272$;

– РКП2: $y = 2E-11x^6 - 3E-08x^5 + 2E-05x^4 - 7E-05x^3 + 0,0025x^2 - 0,0028x + 0,4071$;

– РКП3: $y = -1E-11x^6 + 3E-08x^5 - 8E-06x^4 + 2E-04x^3 - 0,0003x^2 + 0,0018x - 0,4626$.

Як ми бачимо з графіка, значення РКП3 майже не змінюється, оскільки ділянка де наклеєний тензорезистор має більше площу поперечного перерізу. Тому в тому місці не доцільно наклеювати тензорезистори.

Значення площі поперечного перерізу в зоні РКП1 та РКП2 значно менша, тому крива графіка змінюється з навантаженням.

Крива залежності РКП1 від прикладеної сили та зміщення зображені на рис. 3.9 та 3.10 відповідно.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | МД ПІ81мп.09.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 55 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

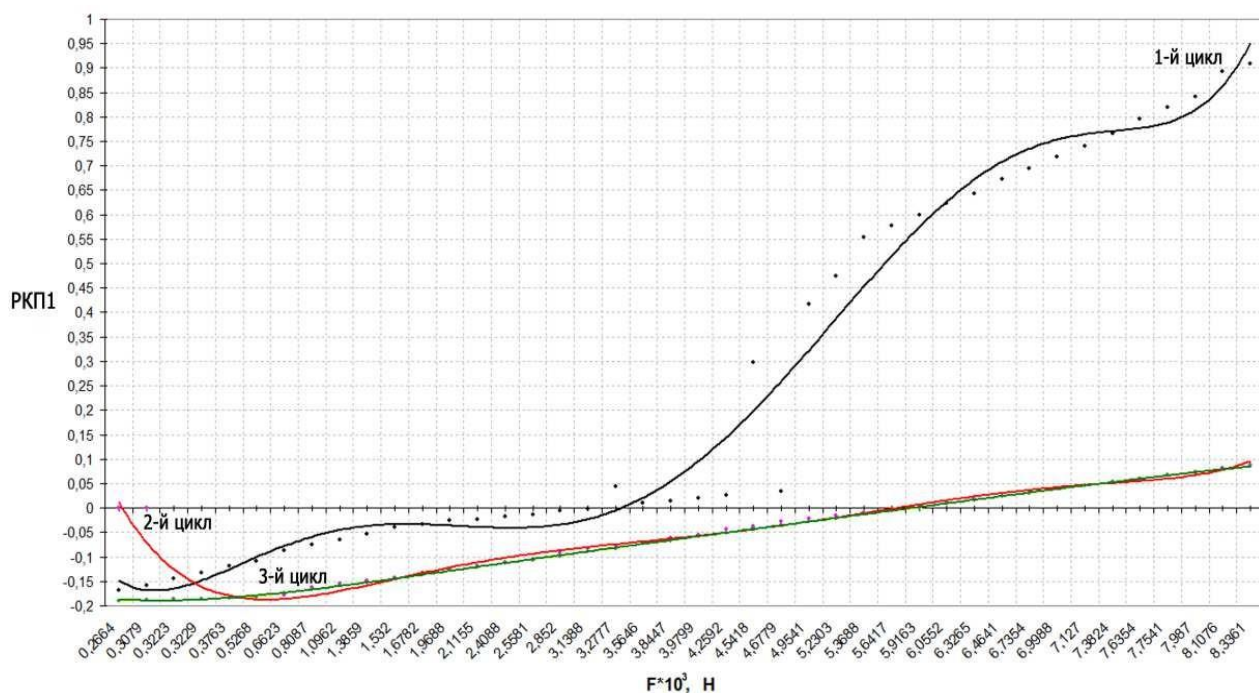


Рисунок 3.9 – Графік залежності РКП1 від прикладеної сили

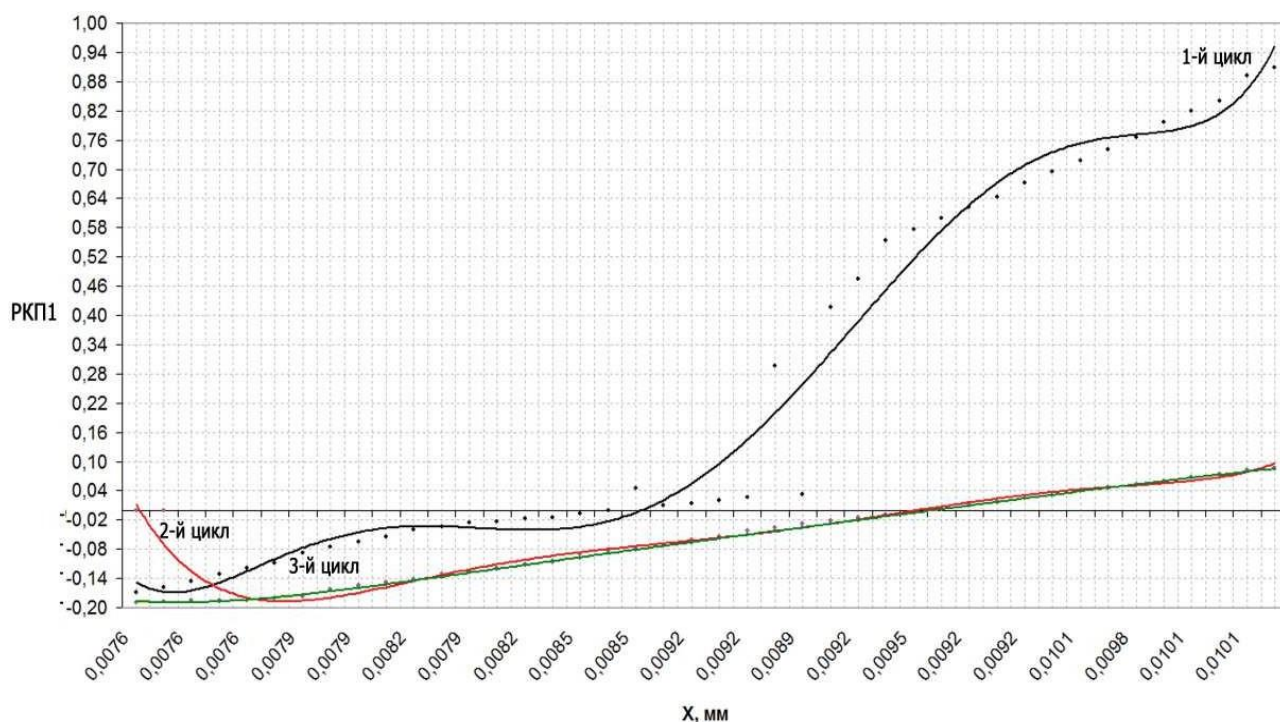


Рисунок 3.10 – Графік залежності РКП1 від зміщення

На графіку видно, що криві для різних циклів відрізняються. Це пояснюється тим, що матеріал тензодачика потрібно спочатку навантажити та

розвантажити для коректних результатів. Таку процедуру називають процесом розгону.

Крива залежності РКП1 від прикладеної сили та зміщення зображені на рис. 3.11 та рис. 3.12 відповідно.

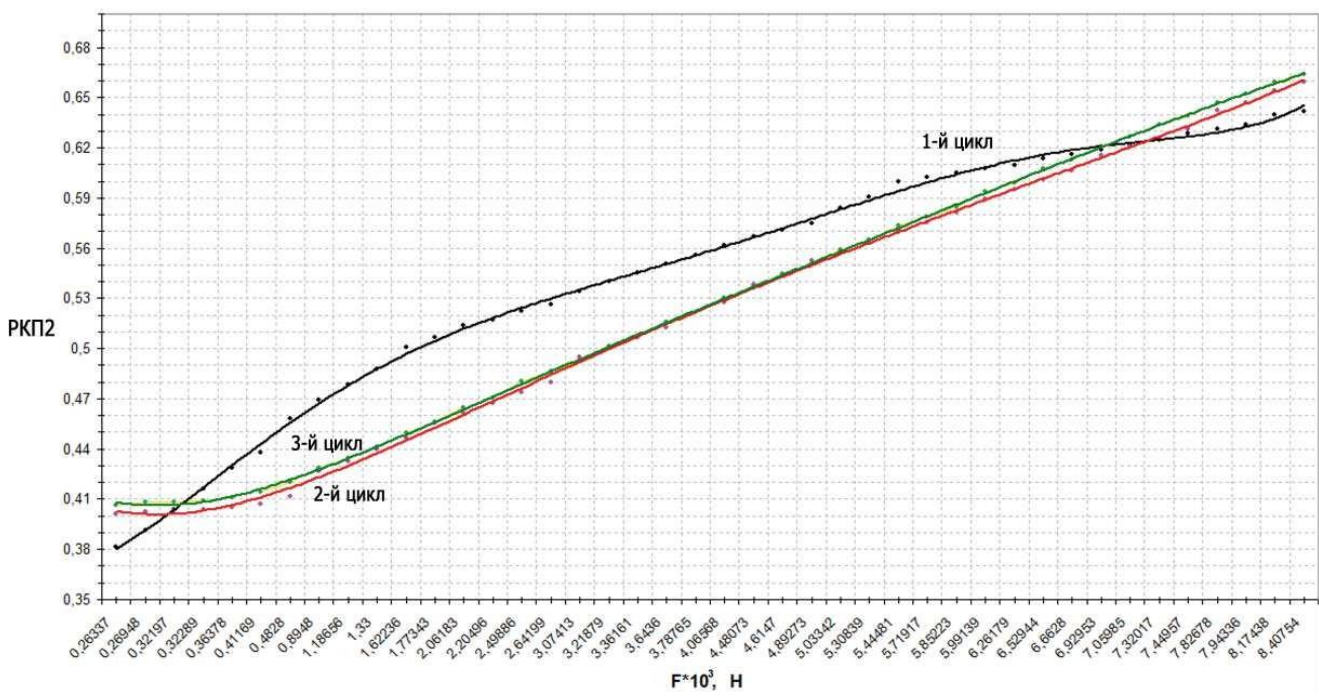


Рисунок 3.11 – Графік залежності РКП2 від прикладеної сили

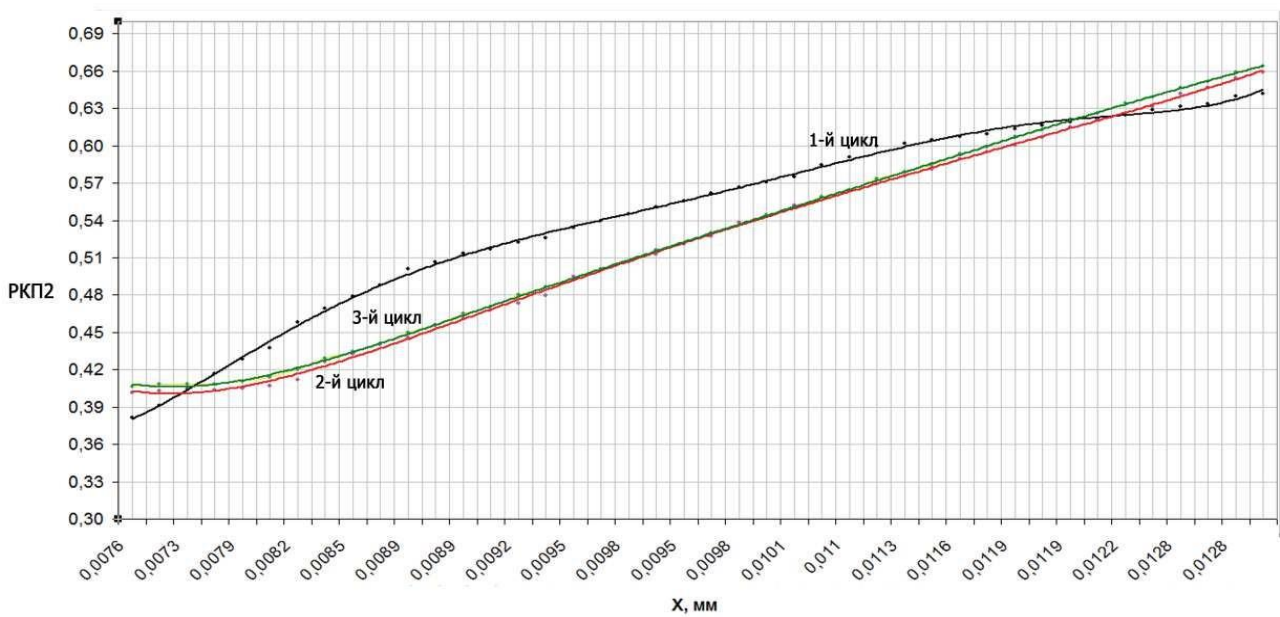


Рисунок 3.12 – Графік залежності РКП2 від зміщення

Крива залежності РКПІ від прикладеної сили та зміщення зображені на рис. 3.13 та рис. 3.14 відповідно.

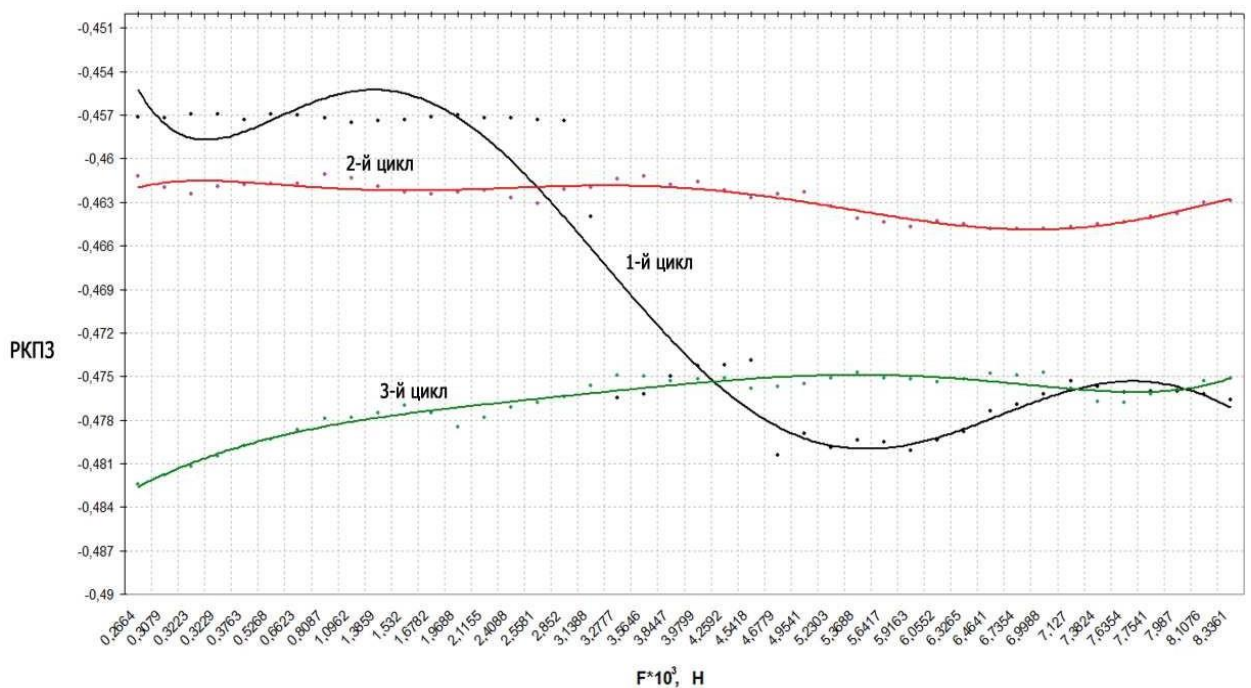


Рисунок 3.13 – Графік залежності РКПЗ від прикладеної сили

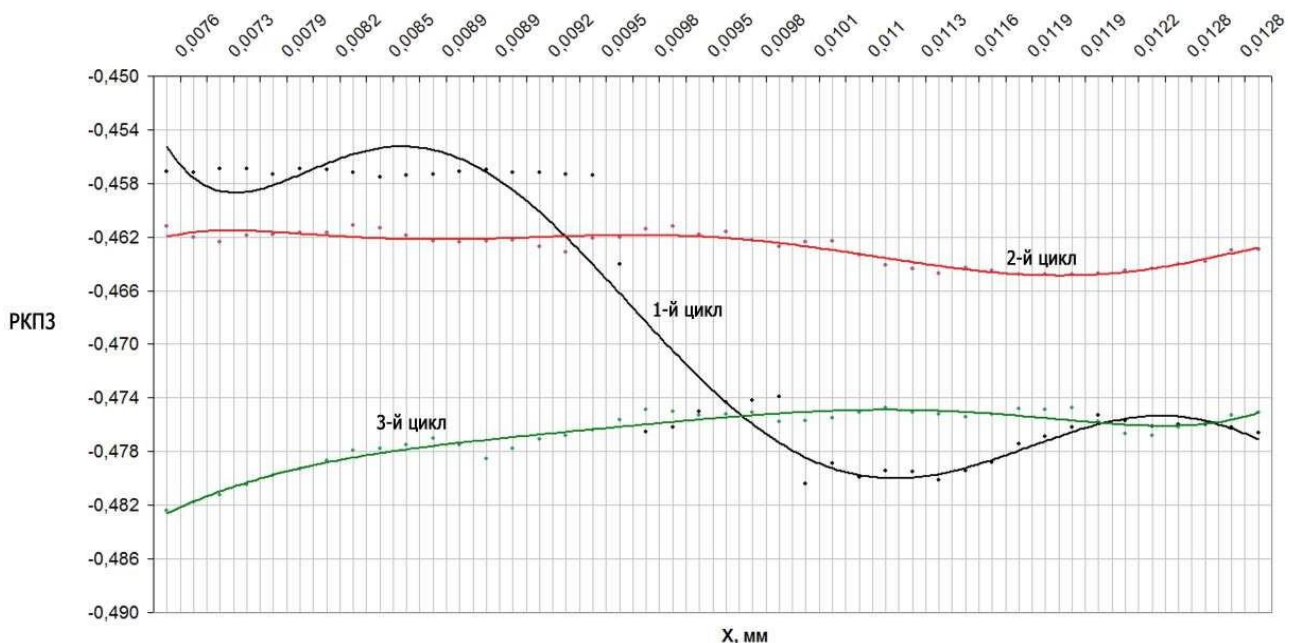


Рисунок 3.14 – Графік залежності РКПІ від зміщення

В процесі моделювання було визначено та зображено на графіках як змінюється вихідний сигнал, а саме робочий коефіцієнт перетворення, в різних зонах наклеювання тензорезисторів. Ми побачили, що площа поперечного перерізу пружного елемента напряму впливає на РКП.

| | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

МД ПІ81мп.09.00.000 ПЗ

Арк.

58

4 Розробка стартап-проекту

В Україні стартап-проект є відносно новим явищем та наразі набуває популярності у різних галузях діяльності. Найчастіше стартапом вважається новостворена компанія або команда, що мають обмежені ресурси та ще не вийшла на ринок, проте мають перспективну ідею, а також інноваційні технології.

У рамках магістерської дисертації буде виконано першу частину стартап-проекту – маркетинговий аналіз.

4.1. Опис ідеї проекту

Основою стартап-проекту буде модернізація деяких конструктивних рішень автомобільних ваг з платформою, а також удосконалення пружного елемента тензодатчика автоваг, внаслідок чого покращити чутливість та зручність використання ваг. Ряд конструктивних модернізацій автомобільних ваг зроблять їх більш універсальними, простішими та зручнішими у використанні, безпечними, більш чутливими та точними. В попередніх розділах всі конструктивні рішення та удосконалення були детальніше описані та продемонстровані.

На даній стадії необхідно визначити мету, зміст, та напрямки застосування нашої ідеї стартап-проекту (табл.4.1).

Таблиця 4.1 – опис ідеї стартап-проекту

| Ідея проекту | Напрямки застосування | Зацікавленність клієнта |
|--------------------------------|--|--|
| Автомобільні ваги з платформою | Зважування легкових автомобілів на митниці | Користувач може вести контроль різних типів автомобілів, без значних втрат точності. |
| | Зважування вантажних автомобілів в спеціалізованих місцях на промисловості | Можливість зручної експлуатації, монтажу та транспортування автомобільних ваг |

Продовження таблиці 4.1

| | | |
|--|--|---|
| | Зважування вантажівок з причепом сумарною вагою до 100 т | Можливість зважування великогабаритних автомобілів. |
|--|--|---|

Отже, ідея влючає в себе кілька напрямків використання автомобільних ваг, вони можуть використовуватися як на невеликих прохідних та митницях так і на великих підприємствах. За рахунок покращення чутливості тензодатчика ваги можуть зважувати малогабаритні автомобілі без втрати точності.

Ваги надають можливість зважувати різні типи автомобілів, за рахунок модульної конструкції неважливо скільки осей зважування має автомобіль. Головною перевагою даних автомобільних ваг буде зручність їх використання, транспортування та монтажу.

Головними конкурентами при просуванні таких автомобільних ваг будуть такі компанії як METTLER TOLEDO (США), Kalisto (Польща) та KB3 (Україна), тому доцільно буде проаналізувати техніко-економічні переваги ідеї порівняно з вищезгаданими конкурентами. Отже визначимо сильні та слабкі сторони стартап-проекту з вже існуючими провідними компаніями та проведемо порівняльний аналіз, який наведено в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – порівняльний аналіз мого стартап-проекту з конкурентами.

| № | Характеристики | Ідеї та продукти конкурентів | | | | Сторони | | |
|---|----------------|------------------------------|-----------------|---------|---------|---------|------------|--------|
| | | Мій проект | METTLE R TOLEDO | Kalisto | KB3 | Слабка | нейтральна | Сильна |
| 1 | Економічність | середня | висока | середня | низька | | X | |
| 2 | Габарити | середня | середня | середня | середня | | X | |
| 3 | Чутливість | висока | середня | низька | низька | | | X |

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | МД ПІ81мп.09.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 60 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

| | | | | | | | | |
|---|---------------------|--------|---------|---------|---------|--|---|---|
| 4 | Діапазон вимірювань | висока | середня | середня | середня | | | X |
| 5 | Зручність монтажу | висока | середня | низька | середня | | | X |
| 6 | Безпека | висока | висока | середня | середня | | X | |

Отож як ми бачимо запропонований стартап проект не поступається провідним компаніям на ринку виробництва автомобільних ваг і навіть переважає в деяких параметрах. Порівняно з компанією конкурентів дані автоваги мають більш широкий діапазон вимірювань та кращу чутливість. Також модернізована конструкція автомобільних ваг надає перевагу у зручності монтажу та демонтажу автоваг. За іншими параметрами мої автомобільні ваги не відстають від конкурентів.

Отож для чіткого опису ідеї стартап-проекту підсумуємо попередньо сказане за допомогою інформаційної карти проекту, табл.4.3

Таблиця 4.3 – інформаційна карта проекту

| Інформаційний параметр | Тлумачення параметру |
|---------------------------------------|--|
| 1.Назва проекту | Платформні автомобільні ваги |
| 2.Автор проекту | Романчук Д.О |
| 3.Коротка анотація | В даному проекті будуть досліджуватись платформні автомобільні ваги, тензодатчики та тензорезистори. Підвищення чутливості та універсальності за рахунок ряду конструктивних рішень та модернізацій. |
| 4. Термін реалізації проекту | 7 місяців |
| 5. Необхідні ресурси | Матеріальні: тензодатчики розтягу-стиску, тензорезистори, продольні та поперечні балки. Фінансові: ~ 1000\$ Інтелектуальні: ЕОМ, програмне забезпечення |
| 6. Опис проблеми, яку вирішує проект. | Даний проект вирішує проблеми неточного зважування, безпеки та зручності експлуатації автомобільних ваг |

| | |
|-------------------------------------|--|
| 7. Головні цілі та завдання проекту | Головними цілями проекту будуть підвищення чутливості та діапазону вимірювань даних ваг, забезпечення універсальності та гнучкості використання автоваг, а також зробити їх більш зручними у використанні. |
| 8. Очікувані результати | Діапазон зважування має бути в межах 5-100 т. Точність зважування – 0,02% Максимальна довжина платформи – 24м. Покращені параметри чутливості. |

4.2 Технологічний аудит ідеї проекту

Технологічний аудит — операція об'єктивної оцінки потенціалу інновації як об'єкта комерціалізації. Через те, що комерціалізація технологій — тривалий і дорогий процес, те, перш ніж витратити чималі тимчасові й фінансові ресурси, необхідно оцінити реальність продажу ідеї або винаходи або їхнє успішне перетворення в ринковий продукт. Таку оцінку можуть провести як самі автори, так і автори із залученням сторонніх експертів.

Проведення аудита авторами інновації має як істотні позитивні сторони, так і не менш істотні негативні.

Позитивні сторони оцінки потенціалу інновації самими авторами:

- глибоке знання своєї ідеї (винаходу);
- широкі знання в даній області.

Негативні сторони:

- внаслідок того, що ідея (винахід) є "дитям", що довго виношувалося й пестувалося, на яке було витрачено багато кваліфікованої праці, часу й чинностей, авторам складно адекватно оцінювати свою ідею й порівнювати неї з аналогами;
- у чинність своєї професійної спеціалізації автори інновації поверхово оцінюють вартість комерціалізації й ринкові перспективи;

- автори переоцінюють можливості свого колективу по комерціалізації інновації.

Проведення аудита із залученням сторонніх експертів переважніше, тому що, хоча експерт і не знає досконально пропонований винахід (в оцінці технічної сторони інновації експертам допоможуть автори), але може неупереджено порівнювати його з аналогами, знаходити можливості різних практичних застосувань, оцінювати вартість його комерціалізації й ринкові перспективи. При проведенні незалежного аудита між авторами й експертами повинне укладатися договір про конфіденційність. [21]

Для точної реалізації проекту необхідно провести аудит технології даного продукту. Проведемо аналіз технологічної здійсненості платформних автомобільних ваг (див. табл.4.4).

Таблиця 4.4 – технологічна здійсненість ідеї проекту

| № | Ідея | Технологія реалізації | Наявність технології | Доступність технології |
|------------------------------|---|---|----------------------|------------------------|
| 1 | Тензодатчик автомобільних ваг жорстко закріплений | Вимірювання відбуваються у статиці, враховуються кутові деформації. | + | - |
| 2 | Фундаментальні автомобільні ваги для вантажних автомобілів з причепом | Для автоваг довжиною не менше 24 м підготовлюється фундамент | + | - |
| 3 | Платформні автомобільні ваги з модульною конструкцією. | Автомобільні ваги поділяються на незалежні один від одного модулі. | + | + |
| Платформні автомобільні ваги | | | | |

Роблячи висновки з таблиці 4.4 можна підсумувати, що наявність технологій дає можливість для реалізації проекту, проте для цього необхідне достатнє фінансування. Тому доцільно обрати технологію – «платформні автомобільні ваги з модульною конструкцією». Така технологія є доцільною

оскільки співвідношення матеріальних витрат до технологічної вигоди є найбільш оптимальною. Також така технологія дає нам кращі показники чутливості та точності вимірювання.

Отож з точки зору споживача буде доцільним обрати саме таку концепцію автомобільних ваг. Неважливо чи то велике підприємство чи невелика приватна компанія, обираючи такі автомобільні ваги клієнт отримує більш гнучкий та універсальний варіант автоваг не втрачаючи при цьому при цьому точності, чутливості та діапазону можливих вимірювань. Також такі ваги є більш технологічними у виготовленні внаслідок чого вони будуть дешевшими у порівнянні з конкурентами.

4.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту направлений на планування напрямків розвитку ідеї. Для цього проведемо попередню характеристику потенційного ринку стартап-проекту (табл. 4.5).

Таблиця 4.5 - Характеристика потенційного ринку стартап-проекту

| № | Показники стану ринку | Характеристика |
|---|---|---|
| 1 | Кількість головних гравців, од | 15 |
| 2 | Загальний обсяг продаж, грн./ум.од. | 90000 |
| 3 | Динаміка ринку (якісна оцінка) | зростає |
| 4 | Наявність обмежень для входу | велика конкуренція на міжнародному ринку, необхідність великого стартового капіталу |
| 5 | Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації | відсутні |
| 6 | Середня норма рентабельності в галузі, % | 36 |

Визначено, що динаміка ринку зростає та середня норма рентабельності в галузі перевищує банківський відсоток на вкладення, тому перепон для вкладення в даний проект немає. Невелика кількість головних гравців є важливим фактором конкурентоспроможності на ринку. Враховуючи, що таких конкурентів не більше п'яти і всі вони знаходяться за кордоном, то

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | МД ПІ81мп.09.00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 64 |

можна зробити висновок, що в нашій країні конкуренція незначна. Проте для виходу на міжнародний ринок конкуренція є значною перепорою для входу на ринок. Тому за попереднім оцінюванням проект є привабливим для входження у ринок.

Далі визначено потенційні групи клієнтів, їх характеристики, та сформовано приблизний список вимог до товару (табл. 4.6).

Таблиця 4.6 – Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

| Потреба, що формує ринок | Цільова аудиторія | Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів | Вимоги споживачів до товару |
|---|--|---|---|
| Вимірювання точної ваги автомобілів з вантажем. | - Великі підприємства; - приватні організації; - власники великомасштабних об'єктів - митниці | - Великі підприємства націлені на часте зважування виготовленої продукції у великих масштабах; - зважування вантажу у різних діапазонах ваги та різної цінності вантажу - Зважування різних за типом автомобілів. | - точність вимірювання; - зручність використання; - універсальність |

Отож, потенційними клієнтами будуть великі підприємства, що орієнтуються на великий обсяг вантажу, та приватні компанії і митниці, які розраховують на гнучкість та зручність використання даних автомобільних ваг.

Незалежно від об'єму, користувач отримує необхідну точність, чутливість, діапазон вимірювання та гнучкість. Також є можливість переналаштування автомобільних ваг на різні габарити автомобіля, що робить наші ваги універсальними.

Надалі необхідно провести аналіз ринкового середовища, а саме визначити фактори загроз (табл. 4.7) та фактори можливостей (табл. 4.8).

Таблиця 4.7 – Фактори загроз

| № | Загроза | Зміст загрози | Можливість вирішення загрози |
|---|----------------------------------|--|--|
| 1 | Конкуренти | Існують закордонні фірмивиробники, які вже закріпилися на ринку | Закріплення на вітчизняному ринку за рахунок меншої ціни |
| 2 | Невелика кількість споживачів | Специфіка товару не дозволяє охопити багато сегментів ринку | Уніфікація приладу |
| 3 | Зміна рівня цін | Нестабільність курсу валют | Збільшення ціни та впровадження бонусної системи |
| 4 | Відсутність стартового капіталу | Деталі та компоненти приладу необхідно закупати одразу тому для розробки та виготовлення товару необхідний значний стартовий капітал | Пошук інвесторів чи купівля в кредит |
| 5 | Нестабільна політична обстановка | Через нестабільну політичну обстановку є загроза закриття каналу постачання необхідних компонентів з закордону | Пошук вітчизняних аналогів, виготовлення власних компонентів |

З таблиці видно, що для просунення мого проекту на ринок є ряд перешкод. Через наявність закордонних фірм конкурентів складно закріпитись на міжнародному ринку, тому спочатку необхідно закріпитись на лідируючих позиціях на внутрішньому ринку. Оскільки даний товар не є товаром масового вжитку, необхідно зробити його більш універсальним, щоб розширити сегмент споживачів всередині галузі. Оскільки закупівельна вартість компонентів буде зростати із ростом курсу валют, то і вартість приладу також буде підвищуватись. Для цього необхідно провести заходи, які дозволять зберегти клієнтів незважаючи на зростання ціни. Це може бути надання послуг з сервісного обслуговування та консультування, впровадження бонусної системи для постійних клієнтів. Через нестабільну ситуацію в середині країни виникає проблема закупівлі компонентів за кордоном, тому необхідно

провести пошук та закупівлю вітчизняних аналогів компонентів. Проте можна втратити точність та надійність роботи приладу.

Таблиця 4.8 – Фактори можливостей

| № | Фактор | Зміст можливості | Можлива реакція компанії |
|---|---------------------------|--|---|
| 1 | Технологічне забезпечення | Налагоджене виробництво | Виготовляються деталі нескладної конфігурації на сучасному обладнанні |
| 2 | Сервісна підтримка | Високий рівень інформаційних технологій та кваліфікованих робітників | Сервісне обслуговування клієнтів дистанційно через мережу Інтернет і/або на місці |
| 3 | Економічний | Підтримка державного виробника | Просування товару для застосування його у сфері держзамовлень |
| 4 | Новизна | Виникнення нових технологій | Безперервний моніторинг ринку та потреб споживачів |
| 5 | Робота за різних умов | Можливість роботи приладу як в приміщенні, так і зовні | Проектування та конструювання приладу з урахуванням цих факторів |

Незважаючи на можливі загрози входження товару у ринок, існує перелік факторів можливостей, які забезпечують можливість впровадження продукту. За рахунок налагодженого виробництва є можливість виконання продукту за короткий термін, а отже споживач швидко отримає свій прилад. Служба сервісного обслуговування дозволить підтримувати контакт зі споживачами та зберігати їх за собою. За рахунок того, що є можливість отримати підтримку від держави, оскільки даний продукт можна використовувати в сфері містобудування та охорони державних пам'яток, собівартість товару може зменшитись. Значною перевагою є те, що такий прилад може працювати в різних кліматичних умовах та за різних умовах експлуатації. Проведемо аналіз пропозиції, де визначаються загальні риси конкуренції. В табл. 4.9 представлений ступеневий аналіз конкуренції на ринку, в якому визначено особливості конкурентного середовища та їх вплив на діяльність підприємства.

Таблиця 4.9 – Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

| № | Особливості конкурентного середовища | В чому проявляється дана характеристика | Вплив на діяльність підприємства |
|---|---|--|--|
| 1 | Тип конкуренції: монополістична | - різноманітність послуг; - нецінові чинники: обслуговування, власний сайт, реклама, можливість оплати частинами, тощо; - легкий вхід та вихід фірми на ринок. | Виробляти уніфіковані прилади; Проводити якісне обслуговування та забезпечення клієнтів. |
| 2 | Рівень конкурентної боротьби: глобальний | Такий прилад є необхідним в будь-якій розвиненій країні світу, а особливо в мегаполісах | Виконання умов виробництва за міжнародними сертифікатами; проведення реклами на міжнародному рівні |
| 3 | За галузевою ознакою: галузева | Даний прилад застосовується лише в галузі вимірювальної техніки | Необхідно досягти оптимального співвідношення ціна/якість |
| 4 | Конкуренція за видами товарів: товарно-видова | Конкуренція між товарами одного виду, а саме автомобільні ваги | Підвищення чутливості вимірювального приладу та зниження ціни |
| 5 | За характером конкурентних переваг: нецінова | Захоплення ринку за рахунок випуску нових товарів, відмінних від товарів конкурентів в даній галузі. | Вдосконалення якості продукції, технології виробництва, умов продажу |
| 6 | За інтенсивністю: марочна | Роль торгівельної марки важлива, йде боротьба за бренд | Створення торгівельної марки та проведення рекламної політики |

Під час проведення ступеневого аналізу конкуренції на ринку визначили, що маємо монополістичну конкуренцію, оскільки ціна може зростати без втрачання торгових угод, проте таке зростання ціни може призвести до збитків, оскільки товар мало диференційований. Глобальний рівень конкурентної боротьби обумовлюється тим, що необхідність використання даного приладу є в будь-якому мегаполісі, особливо зараз, коли збільшується кількість хмарочосів.

Оскільки переважає товарно-видова конкуренція, тобто конкуренція між платформними автомобільними вагами, то необхідно підвищувати точність та якість приладу, не знижуючи ціни для закріплення на ринку в галузі вимірювальної техніки. Необхідне впровадження власної торгової марки для закріплення позицій на внутрішньому ринку і для подальшого виходу на міжнародний ринок. Після аналізу конкуренції проведено більш детальний аналіз умов конкуренції в галузі за М. Портером (табл. 4.10).

Таблиця 4.10 – Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

| Складові аналізу | Прямі конкуренти в галузі | Потенційні конкуренти | Постачальники | Клієнти | Товаризамінники |
|------------------|------------------------------|---|---|---|--|
| | KB3, Mettler Toledo, Kalisto | Наявність конкурентів, які давно вже на ринку | Вихід на міжнародний ринок та співпраця з країнами лідерами | Пошук споживачем якісної продукції; пошук за доступним рівнем цін порівняно з власними прибутками | Відомі закордонні фірми та перевірений товар |

| | | | | | |
|----------|---|---|--|---|--|
| Висновки | середня інтенсивність конкурентної боротьби | - є можливість виходу на ринок | Постачальники диктують умови роботи на ринку | Клієнти диктують умови на ринку. Необхідність оптимального співвідношення ціна/якість | Необхідність Створення та використання нових технологій, порівнян з конкурентами |
| | | - є потенційні конкуренти - строки виходу їх на ринок 1 рік | | | |

За аналізом конкуренції в галузі можна зробити висновок, що головними силами впливу є постачальники та споживачі. Від постачальників залежить ціна на компоненти товарів, швидкість постачання в країну призначення та розмір поставок. Від споживачів залежить ціна на товар, оскільки споживач буде порівнювати її не тільки з ціною на товари-аналоги, а й з власним прибутком. Також споживачі вимагають оптимального співвідношення ціна/якість. Також важливу роль грає конкуренція між прямими конкурентами, тому що мій проект спирається на вже встановлений провідними фірмами-конкурентами рівень ціни, якості та точності.

Тому для досягнення конкурентоспроможності необхідно весь час оновлювати продукцію, використовувати нові технології. Згідно проведеного аналізу проект має сильні сторони, такі як низька ціна з якістю, яка не поступається товарам конкурентів, використання вітчизняного обладнання, переваги за рахунок наявності цифрового виходу та можливості використання в різних умовах середовища. Отже з огляду на конкурентну ситуацію можна зробити висновок про те, що є можливість конкурувати на ринку.

В табл. 4.11 визначається та обґрунтовується перелік факторів конкурентоспроможності, сформований на результатах попередніх аналізів.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | МД ПІ81мп.09.00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 70 |

Таблиця 4.11 – Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

| № | Фактор конкурентоспроможності | Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим) |
|---|-------------------------------|---|
| 1 | Конкурентність | Відсутність конкурентів на вітчизняному ринку |
| 2 | Економічний | Низька ціна приладу за необхідної якості |
| 3 | Технічний | Наявність цифрового вихідного сигналу |
| 4 | Технологічний | Можливість виготовлення механічної частини приладу на місцевому виробництві |
| 5 | Сервісне забезпечення | Своєчасне надання послуг сервісного обслуговування та підтримки на території України |
| 6 | Умови роботи | Можливість роботи приладу в різних кліматичних умовах |
| 7 | Універсальність | Можливість використання автомобільних ваг для різних типів автомобілів |

В табл. 4.12 представлено порівняльний аналіз сильних та слабких сторін проекту на основі даних, представлених в табл. 4.11.

Таблиця 4.12 – Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін проекту

| № | Фактор конкурентоспроможності | Бали 1-20 | Рейтинг товарів-конкурентів у № Фактор конкурентоспроможності порівнянні з моїм проектом | | | | | | |
|---|-------------------------------|--------------|--|----|----|---|----|----|----|
| | | | -3 | -2 | -1 | 0 | +1 | +2 | +3 |
| 1 | Універсальність | 17 | | | | X | | | |
| 2 | Економічний | 16 | | | X | | | | |
| 3 | Технічний | 10 | | | X | | | | |
| 4 | Технологічний | 10 | | | | X | | | |
| 5 | Сервісне забезпечення | 10 | | X | | | | | |
| 6 | Умови роботи | 10 | | | X | | | | |
| 7 | Конкурентність | 8 | X | | | | | | |

Порівняльний аналіз показав, що за тих самих характеристик як і у товарів конкурентів головною перевагою даного проекту є його універсальність у використанні та експлуатації, а також його нижча ціна, можливість отримати якісне сервісне обслуговування на території України. Тому мій проект є конкурентоспроможним на ринку.

Останнім етапом ринкового аналізу можливості впровадження стартап є складання SWOT-аналізу. SWOT-аналіз містить в собі матрицю, яка складається з переліку сильних сторін, слабких сторін, загроз та можливостей. Дані для SWOT-аналізу використано на основі попередніх етапів.

В табл. 4.13 представлений SWOT-аналіз стартап-проекту.

Таблиця 4.13 – SWOT аналіз стартап-проекту

| | |
|--|---|
| <p>Сильні сторони:</p> <ul style="list-style-type: none"> - низька ціна; - висока якість; - наявність вихідного цифрового сигналу; - універсальність; - умови та простота використання | <p>Слабкі сторони:</p> <ul style="list-style-type: none"> - конкуренція з прямими закордонними фірмами; - недостатня відомість на місцевому ринку; - залежність вибору ціни від прибутку споживачів; - необхідність закупівлі компонентів приладу за кордоном, а отже залежність від курсу валют. |
| <p>Можливості:</p> <ul style="list-style-type: none"> - налагоджене виробництво; - сервісна підтримка споживачів; - зниження ціни за рахунок підтримки держави; - новизна; - робота за різних умов експлуатації | <p>Загрози:</p> <ul style="list-style-type: none"> - наявність закордонних фірм-конкурентів; - невелика кількість споживачів; - зміна рівня цін; - відсутність стартового капіталу; - нестабільна політична обстановка |

Ринкові загрози та можливості є прогнозованими результатами впливу факторів, які визначено на попередніх етапах. Проте наявність сильних сторін та незначущість слабких сторін може значно зменшити ймовірність здійснення даного прогнозу.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | МД ПІ81мп.09.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 72 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

На основі SWOT-аналізу розроблено альтернативи ринкової поведінки для виведення стартап-проекту на ринок. Визначено ймовірність отримання ресурсів та строки реалізації по кожному з пунктів (табл. 4.14).

Таблиця 4.14 – Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

| № | Альтернатива ринкової поведінки | Імовірність отримання ресурсів | Строки реалізації |
|---|---|--------------------------------|-------------------|
| 1 | Виготовлення механічної частини приладу на вітчизняному обладнанні та закупівля компонентів електроніки закордоном | висока | 6 місяців |
| 2 | Виготовлення механічної частини приладу на вітчизняному обладнанні та розробка власної бази електронних комплектуючих приладу | середня | 24 місяці |

Обрано першу альтернативу ринкового впровадження, а саме виготовлення механічної частини приладу на вітчизняному обладнанні та закупівля компонентів електроніки закордоном. Дана альтернатива є більш вигідною, оскільки Україна не є перевіреною базою електронних компонентів, тому доцільно купувати їх закордоном. Також головною перевагою до вибору даної альтернативи є більш короткі терміни її реалізації.

4.4 Розроблення ринкової стратегії проекту

Розробку ринкової стратегії необхідно розпочати з визначення стратегії охоплення ринку. Для цього визначимо цільову аудиторію потенційних споживачів (табл. 4.15).

Таблиця 4.15 – Вибір цільових груп потенційних споживачів

| № | Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів | Готовність споживачів сприйняти продукт | Орієнтовний попит в межах цільової групи | Інтенсивність конкуренції в сегменті | Простота входу у сегмент |
|--|--|---|--|---------------------------------------|--------------------------|
| 1 | Приватні підприємства | так | високий | відсутня серед вітчизняних виробників | середня |
| 2 | Митниці | так | середній | відсутня серед вітчизняних виробників | середня |
| 3 | Державні підприємства | так | високий | відсутня серед вітчизняних виробників | середня |
| Які цільові групи було обрано: приватні та державні підприємства | | | | | |

Як результат було обрано в якості цільової групи приватні та державні підприємства, в яких є необхідність використовувати даний продукт. Вибір обґрунтовується тим, що саме ці організації можуть гарантувати більший прибуток. Було обрано стратегію диференційованого маркетингу, оскільки проект охоплює декілька сегментів, зробляючи для них окремі програми ринкового впливу. Далі сформовано базову стратегію розвитку в обраних сегментах ринку (табл. 4.16).

Таблиця 4.16 – Визначення базової стратегії розвитку

| Обрана альтернатива розвитку проекту | Стратегія охоплення ринку | Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи | Базова стратегія розвитку |
|--|--|--|---------------------------|
| Виготовлення механічної частини приладу на вітчизняному обладнанні та закупівля компонентів електроніки закордоном | Вітчизняний ринок за рахунок малої кількості вітчизняних конкурентів | - ціна приладу не більша за ціну конкурентів; - якість та точність приладу не поступається конкурентам. | Стратегія спеціалізації |

Було обрано стратегію спеціалізації, тому що дана стратегія передбачає сконцентрованість на потребах одного цільового сегменту, без прагнення охопити весь ринок. Основною задачею стратегії спеціалізації є задоволення потреб вибраного цільового сегменту краще, ніж конкуренти. Дана стратегія була обрана за рахунок того, що немає великого обороту продукції на ринку через малу кількість споживачів та необхідність застосування приладу лише в галузі вимірювальної техніки [17].

Наступним кроком буде визначення базової стратегії конкурентної поведінки (табл. 4.17).

Таблиця 4.17 – Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

| Чи є проект «першопрохідцем» на ринку? | Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів? | Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурентів, і які? | Стратегія конкурентної поведінки |
|--|--|--|----------------------------------|
| закордоном – ні, на вітчизняному ринку – так | пошук нових споживачів | буде скопійовано деякі характеристики, а саме габарити, принцип роботи | Стратегія наслідування лідеру |

Як базову, визначено стратегію наслідування лідера. Дана стратегія була обрана тому, що даний проект не має переваги по масштабах продажу порівняно з конкурентами. Також існує необхідність заощадження фінансового капіталу для подальшого розширення товарної бази та закріплення досягнутих позицій на ринку. Також такий вибір обумовлений перевагою в локалізації, а саме краще володіння місцевим ринком та знання потреб споживачів.

Взявши за основу вимоги споживачів до товару та виробника, а також взявши до уваги базову стратегію та стратегію конкурентної поведінки розроблено стратегію позиціонування (табл. 4.18), яка полягає у формуванні ринкової позиції.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | МД ПІ81мп.09.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 75 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Таблиця 4.18 – Визначення стратегії позиціонування

| Вимоги до товару цільової аудиторії | Базова стратегія розвитку | Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту | Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту |
|---|---------------------------|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - точність вимірювання; - якість; - простота використання; - доступна ціна; -універсальність. | Стратегія спеціалізації | оптимальне співвідношення ціна/якість | надійність, точність, доступність |

За базову стратегію розвитку було обрано стратегію спеціалізації, яка буде задовольняти потреби споживачів, такі як точність вимірювання, якість виконання, простота використання, доступна ціна та універсальність приладу. Даний проект буде вигравати на фоні конкурентів за рахунок досягнення оптимального співвідношення ціна/якість, а також за рахунок відсутності прямих конкурентів на вітчизняному ринку. Проект позиціонує себе як такий, що має високу точність, надійність роботи та доступний ціновий діапазон.

4.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

Для формування маркетингової концепції товару підсумуємо результати попереднього аналізу конкурентоспроможності. Ключові переваги концепції потенційного товару наведено в табл. 4.19.

Таблиця 4.19 – Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

| № | Потреба | Вигода, яку пропонує товар | Ключові переваги перед конкурентами |
|---|-----------------------|---------------------------------------|--|
| 1 | Точність | Точність вимірювання деформації 0,05% | Підвищення точності вимірювання за рахунок використання як механічних, так і прецизійних підсилювачів |
| 2 | Низька ціна | Оптимальне співвідношення ціна/якість | Зниження ціни за рахунок використання вітчизняного обладнання та державної підтримки |
| 3 | Простота використання | Повністю комплектуваний прилад | Споживач отримує прилад повністю зібраний. Його лише необхідно підключити до мережі та зняти цифровий сигнал |

Визначено пеерелік основних потреб та переваг над конкурентами, які гарантують високий рівень конкурентоспроможності. За рахунок ключових переваг товару і стратегії спеціалізації, яка спрямована на задоволення потреб вибраного цільового сегменту краще, ніж конкуренти, буде розроблено маркетингову програму стартап-проекту.

Тепер розробляється трирівнева маркетингова модель товару(табл. 4.20). Уточнюється ідея продукту, властивості, особливості його подання.

Таблиця 4.20 – Опис трьох рівнів моделі товару

| | | | |
|--|---|------|------------|
| Рівні товару | Сутності та складові | | |
| I. Товар за задумом | Платоормні автомобільні ваги | | |
| II. Товар у реальному виконанні | Властивості/Характеристики | М/Нм | Вр/Тх/Тл/Е |
| | 1. Якість | М | Тх |
| | 2. Точність | М | Тх |
| | 3. Маса | Нм | Е |
| | 4. Габарити | Нм | Е |
| | 5. Цифровий вигідний сигнал | Нм | Тх |
| | 6. Гігроскопічність | М | Тх |
| | 7. Зручність використання | М | Е В |
| | 8. Низька ціна | Нм | Р |
| | Якість: ступінь захисту IP63 | | |
| | Пакування: металевий контейнер, що містить прилад та інструкцію | | |
| | Марка: DT by Ukraine + VM2 | | |
| III. Товар з підкріпленням | До продажу: гарантійні умови, консультація по вибору товару | | |
| | Після продажу: сервісне обслуговування, доставка та установка | | |
| За рахунок чого потенційний товар буде захищено від копіювання: патентування | | | |

На даному етапі було визначено основні властивості та характеристики товару у реальному виконанні, спосіб забезпечення якоості тензодатчиків за стандартом IP63, який передбачає ступінь захисту корпусу приладу від потрапляння пилу, та захист від дощу (вода ллється вертикально або під кутом до 60° до вертикалі). Визначено спосіб та склад пакування вагів, його марку. Визначено, які супутні товари та послуги можуть йти з товаром до і після продажу.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | МД ПІ81мп.09.00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 78 |

Підкріплення до товару дозволить споживачу отримати більш якісне обслуговування в вигляді сервісної підтримки під час встановлення приладу, або ж в разі його поломки. Споживач має змогу отримати гаарантії якісної роботи за умови доставки та монтажу приладу фірмою постачальником. Компанія ж може отримати з цього прибуток, оскільки вартість на послуги не регламентується і визначається фірмою-виробником.

Даний проект слід захистити патентуванням ідеї, тому що це дозволить запобігти його неправомірне копіювання, або ж отримати прибуток, надавши право використання іншій компанії.

На основі рівня цін на товари замітники та товари аналоги, з урахуванням доходів цільової групи споживачів визначимо верхню та нижню границю встановлення ціни на даний товар.

Діапазон встановлення цін на товар представлено в табл. 4.21.

Таблиця 4.21 – Визначення меж встановлення ціни

| Рівень цін на товари замітники | Рівень цін на товари аналоги | Рівень доходів цільової групи споживачів | Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу |
|--------------------------------|------------------------------|--|---|
| 110 тис. грн. | 110 тис. грн. | високий | 70 – 110 тис. грн. |

Було проаналізовано рівень цін на товари аналоги та замітники, а також рівень цін на товари конкуренти. Оскільки в більшій кількості споживачі даного товару це великі компанії та державні підприємства, то можна заробити висновок, що рівень доходу цільової групи споживачів – високий.

Отже, ціна на товар не перевищує ціновий діапазон на товари замітники та товари аналоги, що дозволить добре конкурувати за ціною як на вітчизняному ринку, так і на міжнародному.

Більш точно ціновий діапазон встановлюється при проведенні фінансово-економічного аналізу проекту. На даному етапі необхідно прийняти рішення

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | МД П181мп.09.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 79 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

про вибір системи збуту, глибини каналу збуту, вибору посередників. Результати представлені в табл. 4.22.

Таблиця 4.22 – Формування системи збуту

| Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів | Функції збуту, які має виконувати постачальник товару | Глибина каналу збуту | Оптимальна система збуту |
|---|--|-----------------------|---|
| Закупівля товару в малих кількостях | Своєчасне постачання товарів та сервісного обслуговування, надання гарантії, забезпечення відповідних умов транспортування | Канал нульового рівня | <ul style="list-style-type: none"> - торгівля через магазини; - торгівля через Інтернет; - Надання послуг через тестувальний офіс-магазин. |

Як канал збуту обрано канал нульового рівня, тому що виробник самостійно продає власний товар та формує власну базу клієнтів. Збут буде відбуватись через магазин виробника, Інтернет мережу (сайт виробника), тестувальний офіс-магазин, де споживач може отримати консультацію по вибору товару, а також протестувати його на лабораторному обладнанні.

Виходячи з попередньо обраних стратегії позиціонування, стратегію поведінки споживачів розроблено стратегію маркетингових комунікацій (табл. 4.23).

Таблиця 4.23 – Концепція маркетингових комунікацій

| Специфіка поведінки цільових клієнтів | Канали комунікації, якими користуються цільові клієнти | Ключові позиції, обрані для позиціонування | Завдання рекламного повідомлення | Концепція рекламного звернення |
|--|--|--|--|--|
| Необхідність якісного товару за помірною ціною | Виставки, конференції, інтернетфоруми, публікації | Доступність товару, якість, помірна ціна | Запевнити у необхідності даного товару та у виборі саме цього підприємства | Запевнити у необхідності даного товару та у виборі саме цього підприємства |

Основною задачею маркетингових комунікацій є задача запевнити споживача у необхідності використання даного приладу саме цього підприємства. Прилад позиціонує себе, як високоякісний, точний, надійний за ціною державного виробника.

Оскільки в наш час дуже розвинуто інформаційні технології, які дозволяють швидко отримувати та поширювати інформацію, то для просування товару на ринку буде застосовано такі технології як інтернетфоруми, вебсайти, соціальні мережі, публікації у Інтернет виданнях (для донесення інформації до приватних підприємств).

Не буде й нехтуватись паперовими носіями інформації, такими як технічні каталоги та брошури, якими будуть користуватися державні підприємства. Даний інформаційний матеріал можна побачити на технічних виставках, конференціях, в публікаціях наукових журналів[17].

В результаті проведення маркетингового аналізу стартап проекту було визначено його головну ідею – платформні автомобільні ваги. В даного стартап-проекту є можливість комерціалізації проекту, оскільки є попит на товар серед державних та приватних підприємств з великими прибутками, зростаюча динаміка ринку, та рентабельність, значення якої перевищує значення банківського відсотка на вкладення.

Даний проект є перспективним до впровадження незважаючи на деякі бар'єри входження, такі як наявність закордонних фірм-конкурентів, невелика кількість споживачів, зміна рівня цін за рахунок нестабільності курсу валют, відсутність стартового капіталу, нестабільна політична обстановка, яка може перешкоджати постачанню компонентів товару із закордону, оскільки достатньо буде прибутку від цільової аудиторії споживачів за рахунок відсутності конкурентів на вітчизняному ринку.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | МД ПІ81мп.09.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 81 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Проте є і сильні сторони проекту такі як, відсутність, низька ціна, висока якість, наявність вихідного цифрового сигналу, універсальність, умови та простота використання. Визначено, що маємо монополістичну конкуренцію та глобальний рівень конкурентної. Головними силами впливу є споживачі та постачальники, від яких залежить ціна на компоненти товарів, швидкість постачання в країну призначення та розмір поставок.

Також споживачі вимагають оптимального співвідношення ціна/якість. Для досягнення конкурентоспроможності на міжнародному рівні необхідно весь час оновлювати продукцію, використовувати нові технології. Згідно проведеного аналізу проект має сильні сторони, такі як низька ціна з якістю, яка не поступається товарам конкурентів, використання вітчизняного обладнання, переваги за рахунок наявності цифрового виходу та можливості використання в різних умовах середовища.

Отже з огляду на конкурентну ситуацію можна зробити висновок про те, що є можливість конкурувати на ринку. Для досягнення необхідної мети необхідно дотримуватись такої альтернативи впровадження, як виготовлення механічної частини приладу на вітчизняному обладнанні та закупівля компонентів електроніки закордоном. Дана альтернатива є більш вигідною, оскільки Україна не є перевіреною базою електронних компонентів, тому доцільно купувати їх закордоном тим самим скоротити терміни її реалізації. Було обрано стратегію диференційованого маркетингу, стратегію слідування лідеру та стратегію спеціалізації, для кращого розвитку проекту і досягнення поставленої задачі. Після реалізації проекту необхідно весь час підтримувати рекламну кампанію через інтернет-форуми, вебсайти, соціальні мережі, публікації у Інтернет виданнях та брати участь у технічних виставках та тендерах.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | МД ПІ81мп.09.00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 82 |

Висновки

В магістерської дисертації було розроблено ряд конструкторських рішень та модернізацій на покращення платформних автомобільних ваг, які роблять автоваги універсальними у використанні, простими у експлуатації, монтажі та транспортуванні.

При розробці даної роботи були покращенні показники чутливості та збільшений діапазон вимірювань за рахунок проведених розрахунків геометричних параметрів пружного елемента тензодатчика, оптимізацією робочих та конструктивних характеристик.

Зроблені розрахунки поперечних балок надають змогу визначити мінімальну площу поперечного перерізу балки без втрати міцнісних характеристик. Таким чином ваги є більш економічні при виготовленні.

Спрощення технологічних процесів та складальних вузлів покращують наші платформні автомобільні ваги з точки зору виготовлення, що дозволяє нам запустити їх в серійне виробництво.

Було розроблено план просування таких ваг на світовий ринок та стратегію виходу на лідируючі позиції розповсюдження платформних автомобільних ваг.

Кількість підприємств, фабрик та приватних компаній, які потребують точного та якісного товарообліку з кожним роком зростає. Кожен користувач хоче отримати максимум можливостей та вигоди від придбаної продукції, тож потреба виготовлення таких ваг залишається дуже великою, а її актуальність з кожним роком зростає.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------|------|
| | | | | | ДП ПМ4109.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 83 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Перелік посилань

1. Сенянський М.В. Як вибрати гарні автомобільні ваги / Сенянський М.В. Агрофорум. - 2008. - № 150 (спецвипуск). - С. 10-12.
2. Антонов П.А. Ваги: типи та застосування. Антонов П.А. - Харків - М.: Точмашприбор, 1998. - 254 с.
3. Берестов. П.С. Ваговимірювальне обладнання в складській логістиці. Берестов. П.С. - М.: Справа, 2004. - 134 с.
4. Автомобільні ваги з Європлатформою «Аксіома» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://vesta-ltd.com.ua/index.php?route=information/information&information_id=7
5. Автомобільні ваги "Оптіма-В" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://technowagy.com.ua/product/avtomobilnye-vesy-optima-b/#tab-description>
6. Автомобільні ваги [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://kvz.in.ua/avtomobilnye-vesy/>
7. Індивідуальні проекти автомобільних ваг [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://vis.ua/product/05-individualnie_proekty/
8. Ваги автомобільні [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.bulat-vkf.com.ua/avto.php>
9. Автомобільні ваги 7531/7541 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.mt.com/int/ru/home/products/Transport_and_Logistics_Solutions/Truck_Scales/road_bridge/7531.html
10. Коротко про компанію «невские весы» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://vesservice.com/company/>
11. Калісто [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.kalisto.polish.ru/ru.html>

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | МД ПІ81мп.09.00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 84 |

12. Шмиг Р.А. Розрахунок металевих балок : навч.посібник /Р.А. Шмиг, І.М. Добрянський, О.І. Грицина. – Львів :Ліга Прес, 2016. – 62 с.
13. Датчик як ланцюг вимірювальних перетворювачів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ni.biz.ua/6-1/293.html>
14. Осадчий Є. П. Проектування датчиків для виміру механічних величин / Є.П. Осадчий// – М.: Машинобудування, 1979. – 480 с.
15. Вибір тензорезисторів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://mirvesov.ua/index.php?id=12870&show=news&newsid=94540>
16. Румбешта В.А. Методичні показання до виконання курсового проекту по курсу «Технология Приборостроения», Румбешта В.А. Усачев П.А. – Київ : КПП, 1988. – 84 с.
17. Рекомендації до виконання розділу магістерських дисертацій для студентів інженерних спеціальностей / За заг. ред. О.А. Гавриша. – Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 28 с
18. Тензодатчик [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://constantav.com/tenzodatchik-dhm9b-zemic-104689209.html>
19. Укрваги [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ukrves.com.ua/p39671135-tenzodatchik-keli-zsfy.html>.
20. Тензодатчик есіт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://esit.com.ua/product/hsc/>
21. Тензодатчик [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://market.avianua.com/?p=3307>

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------|------|
| | | | | | ДП ПМ4109.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 85 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |